



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN BIBLIOTECOLOGÍA Y ESTUDIOS DE LA INFORMACIÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIBLIOTECOLÓGICAS Y DE LA
INFORMACIÓN

Producción, impacto y colaboración del Centro Internacional de Mejoramiento
de Maíz y Trigo (CIMMYT), en comparación con las principales instituciones
nacionales de investigación agrícola: 1981-2010.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN BIBLIOTECOLOGÍA Y
ESTUDIOS DE LA INFORMACIÓN

PRESENTA:

Karen Lizbeth López Orozco

TUTORA: Dra. Jane Margaret Russell Barnard
Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información

Ciudad de México, Junio del 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A instituciones:

Al Posgrado de Bibliotecología y Estudios de la Información, de la Universidad Nacional Autónoma de México, que me brindó el espacio y la oportunidad de llevar a cabo mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), porque mediante a su programa de becas para estudios de posgrado, logré concluir mis estudios de maestría en una institución académica de excelencia como lo es la UNAM.

A personas:

A la Dra. Jane M. Russell Barnard, por ser la asesora del presente trabajo de investigación, agradezco enormemente su tiempo, paciencia y entrega, para guiarme durante el desarrollo de esta tesis.

A los profesores del Posgrado de Biblioteconomía y Estudios de la Información, por compartir sus conocimientos y su experiencia.

Al Dr. Francisco Collazo, por su apoyo y valiosa colaboración.

A Pavel Collazo, por sus recomendaciones y asesoramiento metodológico.

A los sinodales para esta tesis. Dr. Francisco Collazo, Dra. María Elena Luna Morales, Dr. Miguel Ángel Pérez Angón, Dr. Ángel Bravo Vinaja y a la Dra. Jane M. Russell Barnard.

A mis compañeros y amigos de la Universidad, gracias por todos los momentos que pasamos juntos.

DEDICATORIA



A mis padres Javier López y María Elena Orozco Mendoza, por todo su amor, por todo su apoyo y por ser un ejemplo de vida, porque ustedes son la causa de mi existencia.

A mi esposo Tomás, que me anima a ser mejor cada día, mil gracias por todo tu apoyo, por tu tiempo, por tu paciencia, por ser y por existir, por creer siempre en mí.

A mis hermanos: Fernando, Rafael, Alejandra, Ángel y Arturo, porqué son parte de mi vida, y me han enseñado a sacar lo mejor de mí.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
Hipótesis:	16
Objetivo General:	16
Objetivos específicos:	16
Estructura de la tesis.....	17
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE LA AGRICULTURA EN MÉXICO.	19
1.1. La agricultura en la época prehispánica.	19
1.1.2. La agricultura en la época colonial.	21
1.1.3. La agricultura en la época del porfiriato.	23
1.1.4. La agricultura mexicana: Siglos XX y XXI.	25
1.2. Desarrollo de la investigación científica en México.	32
1.2.1. Desarrollo de las instituciones de investigación agrícola en México.	35
1.2.2 Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).....	40
1.2.3 Colegio de Postgraduados (COLPOS).	43
1.2.4 Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP).	46
CAPÍTULO 2. LA BIBLIOMETRÍA.	48
2.1. Definición de bibliometría.	49
2.2. Desarrollo histórico.....	51
2.3. Indicadores bibliométricos.	54
2.3.1. Indicadores científicos.....	57
2.3.1.1. Indicadores cuantitativos de la actividad científica	57
2.3.1.1.1. Indicadores de impacto científico	58
2.4. Comunicación científica.....	60
2.5. Política científica	66
2.5.1. Política científica en México	67
CAPÍTULO 3. Producción, impacto y colaboración de CIMMYT, COLPOS e INIFAP. 71	
3.1. Metodología.	71
3.1.1. Delimitación del objeto de estudio.	71
3.1.2. Delimitación de área del conocimiento.	72

3.1.3. Delimitación del período de estudio.....	73
3.1.5. Fuentes y herramientas utilizadas.....	73
3.1.6. Estrategias de búsqueda y obtención de los documentos.....	74
3.2. Resultados y discusión.....	77
3.2.1. Características de las tres instituciones.....	77
3.2.2. Producción e impacto de la literatura científica de COLPOS, INIFAP y CIMMYT.	79
3.2.3. Trabajos más citados para INIFAP.....	85
3.2.4. Trabajos más citados para COLPOS.....	88
3.2.5. Trabajos más citados para CIMMYT.....	90
3.2.6. Idioma.....	92
3.2.7. Colaboración institucional.....	94
3.2.8. Revista de publicación y su impacto.....	100
3.2.9. Colaboración científica.....	105
3.2.10. Índice de Colaboración (IC) de Lawani.....	106
3.2.11. Colaboración Internacional.....	111
3.2.12. Redes de colaboración científica.....	115
3.2.12.1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).....	116
3.2.12.2. Colegio de Postgraduados (COLPOS).....	122
3.2.12.3. Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).	126
3.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	133
ANEXOS.....	138
REFERENCIAS	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de comunicación formal e informal de Garvey-Griffith 1972.....	62
Figura 2.La comunicación científica en el entorno mixto (Russell Barnard, 2007).....	63
Figura 3. Comunicación científica: Un modelo para el 2020.....	65
Figura 4. Producción científica del COLPOS, CIMMYT e INIFAP 1981-2010, por series anuales.....	79
Figura 5. Citas recibidas por los documentos publicados del CIMMYT, INIFAP y COLPOS 1981-2010.	81
Figura 6. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de COLPOS, 1996-2010.	82
Figura 7. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de INIFAP, 1987-2010.	83
Figura 8. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de CIMMYT, 1981-2010.	84
Figura 9. Total de trabajos sin citas de CIMMYT, INIFAP y COLPOS, 1981-2010.	85
Figura 10. Idioma de publicación de INIFAP, COLPOS y CIMMYT.....	93
Figura 11. Número de instituciones únicas y el total de autores únicos por institución en colaboración, 1981-2010.	95
Figura 12. Número de autores en colaboración y el total de artículos publicados por institución.....	105
Figura 13. Índice de colaboración científica, en el caso de INIFAP.....	108
Figura 14 Índice de colaboración científica, en el caso de COLPOS.....	109
Figura 15. Índice de colaboración científica, en el caso de CIMMYT.	110
Figura 16. Colaboración de INIFAP por región.	111
Figura 17. Colaboración internacional de INIFAP.....	112
Figura 18. Colaboración de COLPOS por región.	113

Figura 19. Colaboración internacional de COLPOS.	113
Figura 20. Colaboración internacional de CIMMYT.	114
Figura 21. Colaboración internacional de CIMMYT.	114
Figura 22. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1987-1992.	117
Figura 23. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1993-1998.	119
Figura 24. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1999-2004.	120
Figura 25. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 2005-2010.	121
Figura 26. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1987-2010.	122
Figura 27. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 1996-2002.	123
Figura 28. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 2003-2010.	125
Figura 29. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 1996-2010.	125
Figura 30. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1981-1990.	127
Figura 31. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1991-2000.	128
Figura 32. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 2001-2010.	129
Figura 33. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1981-2010.	130
Figura 34. Segunda búsqueda y recuperación de la producción.	139
Figura 35. Producción científica del COLPOS 1981-2010, por series anuales.	140
Figura 36. Producción científica y el total de citas obtenidas de.	141
Figura 37. Colaboración internacional de COLPOS.	143

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información comparativa de las tres Instituciones CIMMYT, COLPOS e INIFAP.	78
Cuadro 2. Lista de trabajos más citados INIFAP.	87
Cuadro 3. Lista de trabajos más citados COLPOS.	89
Cuadro 4. Lista de trabajos más citados de CIMMYT.	91
Cuadro 5. Instituciones que han colaborado con INIFAP.	97
Cuadro 6. Instituciones que han colaborado con COLPOS.	98
Cuadro 7. Instituciones que han colaborado con CIMMYT.	99
Cuadro 8. Principales revistas de mayor publicación e impacto para INIFAP.	101
Cuadro 9. Principales revistas de mayor publicación e impacto para COLPOS.	102
Cuadro 10. Principales revistas de mayor publicación e impacto para CIMMYT.	103
Cuadro 11. Índice de colaboración científica, en el caso de INIFAP.	107
Cuadro 12. Índice de colaboración científica, en el caso de COLPOS.	109
Cuadro 13. Índice de colaboración científica, en el caso de CIMMYT.	110

ANEXOS

Anexo 1. Consideraciones finales para COLPOS.	138
Anexo 2. Lista de trabajos más citados de INIFAP mayor a cincuenta citas.	144
Anexo 3. Lista de trabajos más citados mayores a 100 citas de CIMMYT.	147
Anexo 4. Instituciones que han colaborado con INIFAP.....	152
Anexos 5. Instituciones que han colaborado con CIMMYT.	158
Anexos 6. Principales revistas de mayor publicación e impacto para INIFAP.	160
Anexos 7. Principales revistas de mayor publicación e impacto para COLPOS.....	162
Anexos 8. Principales revistas de mayor publicación e impacto para CIMMYT.....	164

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es analizar la producción e impacto de la literatura científica generada por las tres instituciones más importantes de México que realizan investigación en las ciencias agrícolas, así como visualizar su colaboración y comunicación a nivel nacional e internacional. En particular, se muestra el comportamiento del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en comparación con las dos principales instituciones nacionales de investigación en el campo, el Colegio de Postgraduados (COLPOS) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Como resultado de la búsqueda en la base de datos de Scopus en marzo 2014 con respecto a la producción de 1981 a 2010, CIMMYT al ser un organismo internacional, conformado por una extensa red mundial, y uno de los principales centros especializados en investigación agrícola a nivel internacional, muestra un perfil de producción, impacto y colaboración superior a COLPOS e INIFAP. CIMMYT alcanza los 1,444 artículos publicados, y un total de 31,308 citas; mientras que, COLPOS de 1996 a 2010 obtuvo 1,050 artículos y 3,899 citas; e INIFAP de 1987 a 2010 alcanzó 1,030 artículos y 8,911 citas. Al no arrojar registros de COLPOS previos al 1996 y en el entendimiento que Scopus indexa nuevos contenidos de manera constante inclusive de manera retrospectiva, en mayo de 2016 se repitió la búsqueda encontrando un aumento a 1,746 trabajos en el caso de COLPOS, no hubo diferencia ninguna con respecto a la producción de CIMMYT y no fue significativa en el caso del INIFAP. Los totales de citas aumentaron a 16,679 en el caso de COLPOS, a 44,644 para CIMMYT y 13,816 para INIFAP. Los resultados demuestran la importante producción de las tres instituciones en la literatura internacional y en especial, la del COLPOS; no obstante, el CIMMYT por ser una institución con fuertes vínculos internacionales y una mayor producción de artículos en inglés, rebasa por mucho a las dos instituciones nacionales, en cuanto al impacto de su investigación en términos de citas recibidas.

Palabras clave. Producción científica, impacto, colaboración científica, ciencias agrícolas, México.

ABSTRACT

The objective of present study is to examine the output and impact in the specialist literature, of the research generated by the three most important institutions in Mexico in the area of agricultural research, as well as to establish their collaboration and communication patterns at national and international level. In particular, the results of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) are compared with the two most important national research institutes; the Postgraduate College (COLPOS) and the National Institute for Forestry, Agricultural and Livestock Research (INIFAP). The results of a search carried out in the Scopus database in March 2014 with respect to the production from 1981 to 2010 show that CIMMYT as an international organization with an extensive global network and one of the main centers specializing in agricultural research internationally, shows higher levels of production, citation and collaboration than either INIFAP or COLPOS. CIMMYT published 1,444 articles and received a total of 31,308 citations in the period of analysis; while COLPOS produced 1,050 articles between 1996 and 2010 and received 3,899 citations and INIFAP published 1,030 articles from 1987 to 2010 and received 8,911 citations. In the absence of articles published by COLPOS prior to 1996 and on the understanding that Scopus indexes new content constantly even retrospectively, in May 2016 the search was repeated finding an increase to 1,746 articles in the case of COLPOS, but no difference regarding the production of CIMMYT and insignificant in the case of INIFAP. Citation totals increased to 16,679 in the case of COLPOS, to 44,644 for CIMMYT and for INIFAP, to 13,816. Results demonstrate the noteworthy production of the three institutions in the international literature and especially that of COLPOS; however, CIMMYT as an institution with strong international ties and a dominant production of articles in English, far exceeds the two national institutions regarding the impact of their research in terms of citations received.

Keywords. Scientific production, impact, scientific collaboration, agricultural sciences, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La inversión en la ciencia y la tecnología no solo repercute en las instituciones privadas y gubernamentales, puesto que la investigación científica es uno de los aspectos más importantes en el progreso de un país, y factor determinante para su desarrollo económico, social y cultural. Pues uno de los beneficios más significativos que pueden tener la ciencia y la tecnología en la actual sociedad del conocimiento, es la generación de una cultura científica, la cual es preponderante para la competitividad de una nación y la mejora en la calidad de vida de sus ciudadanos; pues las grandes transformaciones que caracterizan al mundo actual, responden en gran medida al avance experimentado por el desarrollo de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, a su rápida aplicación en muy diversos ámbitos de la sociedad, y a las posibilidades de difusión e interacción que nos dan las tecnologías de información y comunicación.

Pero para avanzar en esta dirección, es necesario instaurar nuevas formas de organización tanto en las empresas como en los institutos, así como en los centros educativos y tecnológicos mediante la implementación de técnicas y métodos multidisciplinarios, ya sea para resolver problemas de interés común, o simplemente para el crecimiento individual y/o colectivo. Ya que “la ciencia junto con la tecnología constituyen actividades muy importantes, con gran peso en el contexto social y cultural, además de ocupar un lugar primordial en la sociedad del siglo XXI, también es un sistema de producción de conocimientos con implicaciones económicas esenciales para el progreso tecnológico” (González Uceda citado en Bravo Vinaja, 2005).

En la actualidad, el carácter de la ciencia es multidisciplinar y presenta características que la diferencian de la ciencia escolástica que se hizo en épocas anteriores. En este sentido, las redes de colaboración juegan un papel fundamental en el desarrollo de la investigación científica; la cual, en su mayor parte es realizada de manera cooperativa entre instituciones nacionales e internacionales, y por científicos de todas partes del mundo, los cuales en su conjunto, crean canales de comunicación formales e informales que permiten el desarrollo de la

investigación científica (Bravo Vinaja, 2005). Pues como lo menciona Gustavo Renata, una de las premisas básicas de la ciencia es que la humanidad se beneficie de la generación de sus conocimientos por medio de su incorporación a los procesos de producción. Es decir, la ciencia es en sí misma un bien, ya que es fuente generadora de superación humanística; sin embargo, para que en cada país esté bien sea efectivo, es necesaria la construcción y consolidación de un sistema nacional de ciencia, lo cual depende de la conciencia generalizada del valor real que tienen la investigación y el conocimiento para contribuir al desarrollo de una nación (Retana Guiascón, 2009).

Por otro lado, somos testigos de que la ciencia y los nuevos conocimientos que de ella se generan, muestran un crecimiento cada vez más vertiginoso, lo cual se traduce en un mayor número de investigaciones y en una vasta producción literaria en el ámbito científico. Por lo que el análisis de dichas publicaciones, constituyen un eslabón fundamental dentro del proceso de investigación y por lo tanto se ha convertido en una herramienta que permite calificar la calidad del proceso generador de conocimiento y el impacto de este proceso en el entorno. La bibliometría es una subdisciplina de la cienciometría y proporciona información sobre los resultados del proceso de investigación, su volumen, evolución, visibilidad y estructura. Así permiten valorar la actividad científica, y el impacto tanto de la investigación como de las fuentes. De acuerdo con esto los indicadores bibliométricos se pueden clasificar en dos grandes grupos, los indicadores de actividad y los de impacto. Los indicadores de actividad visualizan el estado real de la ciencia y dentro de éstos se encuentran número y distribución de publicaciones, productividad, dispersión de las publicaciones, colaboración de las publicaciones, vida media de la citación o envejecimiento, colaboración entre autores, entre otros. Entre los indicadores de impacto se encuentran la evaluación de documentos muy citados “Hot papers” y el factor de impacto (FI); siendo este último el más conocido (Escorcía Otalora, 2008). El Factor de impacto es un indicador, que evalúa el número de citaciones a los artículos publicados en la revista en los dos últimos años, dividido por el número de documentos (citables) publicados por la revista en el mismo período de tiempo. Sólo se incluye como citables (denominador), las

referencias citadas de artículos originales pero no los artículos de revisión, editoriales o cartas al editor, publicados en revistas las revistas indexadas (incluidas en el SCI) (Van Diest citado en Beltrán Galvis, 2006).

Por otra parte, la justificación de esta área de investigación en particular, podemos decir que; el desarrollo agropecuario, en un contexto nacional, nace en Mesoamérica con la domesticación de plantas de cultivo entre 7500 y 5000 años antes de nuestra era, considerada uno de los ocho centros de origen de plantas cultivadas más importantes del mundo, esto gracias a su vasto ecosistema. En México, la agricultura se desarrolla a lo largo de más de tres mil años, sus orígenes datan de 1000 a 1500 años a. de C., durante este periodo creció de manera exponencial la práctica de la agricultura en toda Mesoamérica, llegando con los Españoles en 1521 nuevas técnicas de cultivo y manejo del agua, así como, distintos conocimientos agrícolas. La ciencia y la investigación avanzaron enormemente durante todo el siglo XVII y XVIII. Posteriormente los cambios que propicio la independencia de México transformarían el sistema agrícola nacional.

México empezó a incorporarse al mercado mundial en la época del Porfiriato, éste se caracterizó por una serie de cambios estructurales, transformando la economía del país; con ello, atrajo el crecimiento y la exportación el sistema productivo nacional a Europa y Estados Unidos principalmente. Posteriormente, el país vivió nuevamente una etapa de restructuración económica y política, a la llegada de Obregón y Calles a la presidencia de la República. Fue hasta la época de la colonia, donde la educación superior y la actividad científica fueron conducidas por medio de una estructura de instituciones gubernamentales y académicas, donde se impartió la enseñanza científica.

En base a lo anterior, México no ha sido la excepción, en cuanto al crecimiento de la ciencia ya que en las últimas décadas, la colaboración de diferentes organismos dedicados a la investigación científica en el campo agropecuario, tales como El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS), y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha propiciado un

incremento significativo en la generación de publicaciones dedicadas a este sector, lo cual ha beneficiado el desarrollo de dicha ciencia en el país y en el extranjero. Ya que los proyectos de investigación de CIMMYT provienen de más de 25 países y distintas fundaciones como el Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), del Consultative Group on International Agricultural Research, que a su vez cuenta con el patrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Luna Morales, Luna Morales y Sánchez Martínez, 2013). Respecto a las instituciones nacionales, éstas están respaldadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, que es una dependencia del Poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario del país.

Hipótesis:

El CIMMYT tiene un perfil de producción, impacto y colaboración científica distinta a las instituciones de carácter nacional como lo son el Colegio de Postgraduados COLPOS e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Objetivo General:

El objetivo general de esta investigación es llevar a cabo un análisis bibliométrico que determine la producción e impacto de la literatura científica, generada por tres de las instituciones que más han publicado en el ámbito de las Ciencias Agrícolas en México, (CIMMYT, COLPOS e INIFAP); y de igual forma, visualizar la colaboración y comunicación a nivel nacional e internacional que existe entre sus investigadores. Todo esto, mediante la utilización de técnicas bibliométricas, aplicadas a los resultados obtenidos de la base de datos Scopus, en el período de 1981-2010.

Objetivos específicos:

- Conocer el crecimiento de la literatura científica publicada en el área de las Ciencias Agrícolas por los investigadores de INIFAP, COLPOS y CIMMYT, durante el periodo (1981-2010) a través de los datos obtenidos de la base de datos Scopus, mediante la utilización de técnicas bibliométricas.
- Determinar la participación de INIFAP, COLPOS y CIMMYT, en el desarrollo de las Ciencias Agrícolas en México, a través de la difusión de sus investigaciones y el índice de colaboración que mantienen con las distintas redes científicas del país y el extranjero.
- Analizar la evolución del Índice de Colaboración (IC) en la producción científica de los investigadores de INIFAP, COLPOS y CIMMYT, durante el período de estudio comprendido.

- Analizar las redes de coautoría de los autores más productivos en el área de las Ciencias Agrícolas, e identificar la cohesión que existe entre los investigadores de INIFAP, COLPOS Y CIMMYT.
- Conocer cuáles son los artículos más citados de las publicaciones realizadas por los investigadores de INIFAP, COLPOS Y CIMMYT, en relación a los resultados obtenidos de la base de datos Scopus; y así mismo determinar en qué títulos de revistas fueron publicados.
- Identificar cual es el idioma que predomina en las publicaciones de los artículos escritos por los investigadores adscritos a INIFAP, COLPOS Y CIMMYT.
- Identificar cuáles son las instituciones nacionales e internacionales, con las que han tenido mayor colaboración interinstitucional los investigadores de INIFAP, COLPOS y CIMMYT.

Para que se cumplieran estos objetivos fue necesario plantearse las siguientes preguntas. ¿Qué características en particular definen a CIMMYT como una institución de índole internacional en comparación con las dos instituciones nacionales?, ¿Cuál ha sido la contribución de CIMMYT a la ciencia nacional? y por último, ¿Cuál ha sido el desarrollo de INIFAP y COLPOS?

Estructura de la tesis

El capítulo 1 se desarrolla un panorama general sobre los antecedentes de la agricultura en México, abarcando desde la época prehispánica hasta la agricultura en el siglo XX y XXI donde concibieron grandes cambios en la política agraria del país. Finalmente lo que se pretende en este capítulo es presentar es un esbozo general de las primeras instituciones y centros de investigación que hoy en día impulsan el desarrollo del sector agrícola en México.

En el capítulo 2 se da un panorama general del desarrollo de la bibliometría, su definición, así como estudios previos y algunos conceptos, haciendo hincapié de la

importancia que tienen los indicadores bibliométricos para medir la producción e impacto de la producción científica, y la colaboración interinstitucional de los centros de investigación que en este trabajo se observaron.

Por último, el capítulo 3 está dedicado a la metodología empleada; así como, a los resultados de la investigación. La cual tiene como objetivo identificar la producción e impacto y colaboración acerca de la estructura institucional de INIFAP, COLPOS y CIMMYT. Para este estudio se tomó en cuenta un periodo de tiempo de 30 años (1981-2010), los datos obtenidos fueron representativos; ya que contemplan y reflejan la productividad y el impacto de la literatura científica de las tres instituciones. Sin embargo, es importante aclarar que Scopus tuvo una limitante en relación a su cobertura histórica, debido a que los datos obtenidos para COLPOS fueron a partir del año de 1996. Causando que se obtuvieran resultados parciales, no obstante, se realizó una segunda búsqueda en mayo de 2016 que arrojó nuevos resultados, donde se identifica a COLPOS como la institución con mayor producción, aunque CIMMYT sigue sobresaliendo en cuanto a impacto se refiere (*Véase Anexo 1*).

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE LA AGRICULTURA EN MÉXICO.

1.1. La agricultura en la época prehispánica.

El origen de la agricultura comenzó cuando el hombre descubrió que otras especies podían ser domesticadas y utilizadas en su propio beneficio, pues su enorme capacidad de adaptación, basada en gran medida en el poder de su mente y en su capacidad de improvisación, le permitió recordar y analizar sus experiencias frente a un medio físico hostil, desarrolló patrones de actuación ante determinadas condiciones que podían cambiar en función de la variabilidad de los propios condicionantes. Estas formas de actuar o experiencias transmitidas de generación en generación, constituyeron un saber acumulado, que dio lugar al origen de la cultura humana y al de todas las ciencias (Maroto Borrego, 1998).

En América el nacimiento de la agricultura tienen lugar en tres áreas principalmente: Mesoamérica, que comprendió la mitad meridional de México, los territorios de Guatemala, El Salvador y Belice; así como el occidente de Honduras y Nicaragua. El área de los andes, donde se desarrollaron las principales civilizaciones precolombinas de América del Sur; y quizá, en menor proporción el área Circuncaribe, conformada por lo que hoy son las islas de las Antillas, los países meridionales de América Central, Costa Rica, Panamá y las costas atlánticas de Colombia y Venezuela.

En Mesoamérica el inicio de la domesticación de plantas de cultivo ocurrió entre 7500 y 5000 años antes de nuestra era, y es considerada uno de los ocho centros de origen de plantas cultivadas más importantes del mundo; pues la región contaba con una gran variedad de climas, suelos, fuentes de agua y amplia riqueza vegetal. Las favorables condiciones ambientales de este hábitat propiciaron un alto grado de desarrollo entre las culturas mesoamericanas de la época.

En México, la rica tradición agrícola se desarrolla a lo largo de más de tres mil años. Sus orígenes datan de 1000 a 1500 años a. de C, y en esa época fue una de las más ricas en la historia de la humanidad, surgió cuando los grupos humanos que lo habitaban abandonaron su vida nómada y se volvieron sedentarios mediante la práctica de la agricultura. Durante este periodo formativo se logró mejorar las técnicas agrícolas, aumento considerablemente el número de especies cultivadas y se incrementó el conocimiento de los agricultores sobre el manejo de las plantas y sobre la forma de aumentar su productividad mediante de la selección y la hibridación (*fenómeno que tiene como objetivo la creación de variedades con mejores cualidades que la que presentan sus antepasados silvestres*). Gracias a la domesticación de estas especies, se pudieron cultivar plantas como el maíz, el frijol, el chile y la calabaza principalmente. Esta combinación fue tan exitosa que con ello se pudo alimentar a toda Mesoamérica, y los excedentes de la producción agrícola, fueron la base para el surgimiento de grandes civilizaciones como: La tolteca, la náhuatl, la tenoxca, y la maya. Otras actividades como la cacería, la pesca y la recolección continuaron teniendo importancia como fuentes de alimentación, pero gradualmente fueron ocupando posiciones secundarias con respecto a los productos agrícolas (Rojas Rabiela, 1991).

Al momento de la invasión española, la civilización de Mesoamérica se había adaptado desde hace miles de años a un territorio complejo y de gran diversidad que incluía zonas áridas y desérticas, donde los cactus, los nopales y los magueyes conformaban la vegetación dominante, y su agricultura se basaba en la siembra de maíz, frijol, calabaza y chile. Mientras que el conquistador encontró un sistema agrícola desconocido, y al ser incapaz de comprender su naturaleza, prefirió destruirlo. Pero, en los años que siguieron a 1521, los españoles que llegaron al suelo mexicano trajeron consigo diversas innovaciones en el campo de la agricultura, en el uso de la tierra, y nuevas técnicas de cultivo y manejo del agua. También introdujeron muchas plantas procedentes de diversas partes del mundo, tales como el trigo, la caña de azúcar, la cebada y los cítricos; así como distintos tipos de ganado como el caprino, ovino, vacuno, caballar, asnal y porcino.

1.1.2. La agricultura en la época colonial.

Gracias a los conocimientos adquiridos, durante la época de la colonia los agricultores mesoamericanos pudieron ampliar su repertorio de cultivos y lograron modificar sus técnicas agrícolas en muy poco tiempo. Paulatinamente, los nuevos cultivos fueron difundiéndose por toda la Nueva España; siendo los frailes quienes pusieron más empeño en esta tarea; pues los conventos fueron famosos por sus huertos frutales de manzana, higo, sandía, melocotón, naranja, durazno, etc., al igual que sus hortalizas de verduras y legumbres como la zanahoria, el rábano, la lechuga, la lenteja, el haba, la espinaca y muchos más. Conforme las órdenes pasaron del centro de la Nueva España a otras regiones, con ellos fueron los conocimientos agrícolas.

Es por ello que las primeras décadas del siglo XVI son únicas en la historia de la agricultura, pues fueron muchas las aportaciones que los colonizadores realizaron a la agricultura mestiza; sin embargo, muchos conocimientos prehispánicos sobrevivieron, pues los indígenas eran antiguos agricultores y poseían un sofisticado conocimiento sobre las plantas de su tierra; razón por la cual, la base de la agricultura continuó siendo el maíz, pues éste era fundamental en la economía del pueblo, y formaba parte esencial de su cultura y de su religión.

No obstante, para 1580 en numerosas regiones de la Nueva España ya se cultivaban lechugas, coles, pepinos, garbanzo, habas, rábanos, cebollas; plantas medicinales como la yerbabuena, la ruda y el estafiate; así como nuevas flores y plantas de ornato. También se comenzó a cultivar diversas variedades de cereales, entre ellos el trigo, que era tan importante para los españoles, como el maíz para los indígenas.

Durante la mayor parte del siglo XVI, la agricultura de los indígenas continuó siendo la base de la economía novohispana, abastecía a los asentamientos españoles e indígenas y permitía del orden colonial. Pero las epidemias, aunadas a toda la transformación causada por la invasión española, debilitaron la

capacidad de producción de los pueblos y su lugar fue ocupado por los españoles con productos de reciente introducción.

El siglo XVII representó la consolidación criolla, y los cultivos comerciales indígenas fueron perdiendo terreno frente a la producción de las haciendas y los ranchos, quienes acapararon la producción y se convirtieron en la principal unidad de producción enfocada al abasto de la creciente población urbana y de los centros mineros que comenzaron a surgir en la época. Sin embargo, ante el inminente crecimiento económico de la colonia, la Nueva España comenzó a sufrir diversos problemas en su agricultura; pues, a pesar de las inversiones realizadas en obras de riego, la agricultura novohispana siempre se caracterizó por la dependencia de la lluvia, la falta de ella o su exceso provocó severos problemas de sobreproducción y precios bajos, seguidos por ciclos de escasez, hambre y altos costos en los alimentos básicos (Romero Frizzi citado en Rojas Rabiela, 1991).

La ciencia como conocimiento avanzó rápidamente durante todo el siglo XVII y a finales del siglo XVIII comenzó a influir en las técnicas de producción, cambiando totalmente el orden agrario. Los sistemas europeos y la política española que controlaron por más de cuatro siglos a Hispanoamérica, relegó el acceso a la tierra y estableció con la minería un nuevo sistema de explotación, el cual fue impuesto como modelo económico de la época. La estructura de extracción de recursos permitió que La Nueva España hiciera de la minería su principal actividad económica, y la búsqueda de metales preciosos como la plata; que se convirtió en la moneda de cambio universal, situó a la colonia como el centro del sistema económico, y a España como potencia mundial por varios siglos. Sólo la revolución industrial, a finales del siglo XVIII, puso fin al dominio español y al predominio de la plata en el mercado, dando fin a la explotación del sistema minero, y al abandono que el campo mexicano soportó durante este lapso.

Los movimientos que se dieron a partir de estos cambios, propiciaron la independencia de México y, con ello el cambio del sistema agrícola nacional. Así

de 1800 a 1850, el sistema español continuo vigente, y el país se empezó a transformar radicalmente. Además, el país comenzó a incorporarse al mercado mundial con productos agrícolas y pecuarios que fueron demandados por los Estados Unidos principalmente, y a consecuencia de la guerra Hispanoamericana se abrieron las puertas al mercado internacional del azúcar, el garbanzo, el frijol y, el algodón (Martínez Saldaña, 1983).

1.1.3. La agricultura en la época del porfiriato.

En 1876 la rebelión de Tuxtepec llevó al poder a Porfirio Díaz y a un grupo de personajes que tomarían las riendas del país durante treinta y cinco años. Esta época, denominada el porfiriato, se caracterizó por una serie de cambios estructurales, que transformaron la economía del país e hicieron posible el crecimiento del sistema productivo nacional. En este sentido, la agricultura no quedó excluida de este proceso, pues las estructuras heredadas de la colonia permitieron una expansión agrícola y un aumento considerable de los cultivos comerciales destinados al mercado interno y externo; fueron explotados nuevos productos que tuvieron gran demanda en el extranjero, tales como el café, el henequén, el caucho y el tabaco. Esto propicio el mejoramiento de las especies, el crecimiento de las áreas cultivadas, y la introducción de nuevas técnicas de cultivo mediante la implementación de modernos instrumentos y maquinaria agrícola.

Pese a la expansión de las urbes y la creciente industrialización del país, durante esta periodo la sociedad siguió siendo fundamentalmente agrícola, y aunque la agricultura se convirtió en una actividad altamente lucrativa, ésta solo pudo beneficiar a una minoría de la población. Pues los grandes cambios estructurales no provocaron modificaciones significativas en la situación del agro mexicano, que conservo la estructura agraria heredada de la colonia, y la producción agrícola siguió corriendo a cargo de las haciendas, los ranchos, y las pequeñas y medianas propiedades de los campesinos. No obstante, mientras que la mayoría de los agricultores del país perdió el acceso a la tierra, la mayor parte de ésta se encontraba en manos de los hacendados; motivo por el cual, durante el porfiriato

proliferaron los latifundios, pues se les permitió ejercer un dominio sobre los recursos naturales, sobre la población y sobre los mercados de la región donde se asentaban. Además, el mejoramiento de las comunicaciones, mediante la construcción de redes ferroviarias y la ampliación de las instalaciones portuarias, les facilitó el intercambio de productos dentro del territorio nacional, así como su exportación a Europa y Estados Unidos.

En consecuencia, la agricultura de subsistencia practicada por el campesinado en tierras comunales o en minifundios, quedó excluida del proceso de expansión agrícola. Se le relegó a tierras menos productivas que carecían de sistemas de riego, de apoyo capital, y de tecnología moderna, lo cual generó tensiones entre la población campesina y los hacendados. Estos grupos campesinos fueron base del movimiento villista y del movimiento zapatista. Pues hay que señalar que durante este periodo, las leyes de Reforma construyeron el fundamento sobre el que se edificó la agricultura porfiriana. La libre empresa, la propiedad privada y la libertad de comercio permitieron la expansión de la hacienda y el latifundio; dicho en otras palabras, el Estado Mexicano permitió al latifundista fungir como el representante de la autoridad, por lo que el poder político quedó por muchos años concentrado en sus manos.

Los problemas estructurales de la economía porfirista se incrementó al comenzar el nuevo siglo, y diversos fenómenos contribuyeron de forma negativa en la agricultura mexicana. La disminución en la producción de alimentos básicos se acentuó debido a las épocas de malas cosechas; aunado a esto, la agricultura de exportación se vio seriamente dañada por la reducción en la demanda y la caída de los precios en el extranjero, disminuyendo con esto la exportación de productos agrícolas, aumentaron las importaciones de productos de primera necesidad, y esto contribuyó a que la balanza comercial fuera desfavorable. Estas tensiones se agudizaron, y diversos hechos, entre ellos la disminución del valor de la plata, la devaluación del peso mexicano, los bajos salarios de la población campesina, la pérdida de las tierras comunales, producto del desmedido crecimiento de las haciendas y de los ranchos, provocaron que las condiciones de la población rural

se polarizaran en mayor grado que en épocas anteriores. Estos problemas rurales contribuyeron al estallido del movimiento revolucionario de 1910 y a la caída del dictador Porfirio Díaz en 1911 (Von Wobeser citado en Rojas Rabiela, 1991).

1.1.4. La agricultura mexicana: Siglos XX y XXI.

El campesinado mexicano del siglo XX fue heredero de las grandes movilizaciones agrarias que se manifestaron hasta finales del mandato de Porfirio Díaz, la distribución de la tierra como ya se ha mencionado, fue el problema fundamental de este conflicto. El movimiento armado de 1910-1917 fue la muestra del descontento de la población campesina, frente a la política monopolista de las clases privilegiadas. Las aspiraciones de los trabajadores rurales tuvieron eco a lo largo y ancho del territorio nacional, cuestionando el sistema dominante de las haciendas que mantenía en la miseria a la mayor parte de la población en un país notablemente rural (Rivera Castro, 1991).

La revolución llevó consigo una herencia agraria desde dos vertientes: La villista y la zapatista, ambas contradictorias pero basadas en una demanda real de tierras por parte del campesinado. La demanda villista se ubicaba en el interés de obtener un pedazo de tierra para montar una explotación familiar, la cría de animales y la producción de maíz. La demanda zapatista, por el contrario, intentaba recuperar tierras arrebatadas a las comunidades indígenas por parte de las haciendas, y esperaba retornarlas a la comunidad campesina. Los resultados de ambos ideales no fueron los que se anhelaban; pues tras resultar victorioso el gobierno de Carranza, éste generó una política de restitución de tierras confiscadas, y la clase terrateniente logro mantener durante su mandato el acaparamiento de la tierra de cultivo. Aunado a esto, es preciso señalar que tras la revolución armada, no se modificaron las condiciones de producción agrícola, pues la estructura heredada del porfiriato continuó vigente. Hubo control de propiedad y confiscación de cosechas por parte de los bandos contendientes. La campaña militar se redujo al altiplano central y sólo en pocas ciudades del país hubo saqueos, ya que la mayor parte de las batallas se libraban en terreno abierto,

como las que se libraron en el sur zapatista. Por esta razón la estructura productiva porfiriana, pese a los altibajos de la época, siguió produciendo para el abasto internacional, ya que había una alta demanda de productos agrícolas provocada por el estallido de la primera guerra mundial (Martínez Saldaña citado en Rojas Rabiela, 1991).

Con la llegada de Obregón y Calles a la presidencia de la República, se inició una etapa de reestructuración económica y política. Pues cuando Obregón llegó al poder, los campesinos habían acumulado casi una década de luchas esperando a que se les hiciera justicia. La política antiagraria de Carranza había agudizado el problema, por lo que Obregón se dedicó a pacificar el país y conformó una serie de pactos con los líderes y caciques campesinos. Con base en tales alianzas, inauguró una forma de manipulación y control que sería refinada en todo el país por los gobiernos que le sucedieron (Montalvo Ortega, 1988).

El presidente Obregón enfrentó presiones de parte de un importante sector de hacendados, así como de intereses agrarios foráneos, debido a que una de las primeras actividades que realizó fue la promulgación de la Ley de Ejidos de 1920. Además, impulsó una política de distribución de tierras y en su primer año de gobierno se otorgaron 552.000 hectáreas a los pueblos. Y para 1924 se alcanzó la cifra de 1.677.000 hectáreas otorgadas.

La acción de repartos agrarios causó críticas entre los grandes propietarios, pues a pesar de las alianzas de Obregón con distintas fuerzas campesinas, la vieja oligarquía seguía siendo poderosa e impedía las transformaciones esenciales en el campo. Poco a poco se fueron estableciendo las bases de la reforma agraria. Pero el proyecto estatal fue obstaculizado por pugnas de intereses y contradicciones.

El gobierno de Calles se comprometió a impulsar la reforma agraria, que al final del gobierno de Obregón, estaba por llevarse a cabo. El general Calles propuso favorecer a la pequeña propiedad agrícola convirtiendo a los campesinos en dueños de las tierras; y durante su gobierno, el reparto de tierras fue aún mayor

que el de su antecesor. Alrededor de 3.200.000 hectáreas se repartieron entre 1925-1928; sin embargo, al final de la administración callista, la gran hacienda continuaba siendo poderosa en el país, pues la mayoría de los latifundios no habían sido afectados (Rivera Castro, 1988).

Al despuntar la tercera década del siglo XX en México, la cuestión agraria era el problema vital que aún faltaba por resolver. La lucha campesina por la tierra que dio origen a la revolución armada de 1910 seguía vigente, y aún había muchos campesinos que carecían de tierras. La ley del 6 de enero y, sobre todo la Constitución de 1917 prometieron organizar y legalizar el reparto agrario; de tal manera, que esta reivindicación se convirtió en una exigencia que el Estado tendría que cumplir tarde o temprano. Además el reparto agrario ejercido hasta 1930 no había traído mejoras sustanciales, ni tampoco se había logrado el progreso requerido para atenuar las presiones sociales de la época.

A lo anterior, hay que sumar la crisis mundial de 1929, con la cual cayeron las exportaciones totales de México y la producción interna de productos agrícolas; propiciando un mayor empobrecimiento del sector campesino acompañado por un enorme desempleo. El Producto Interno Bruto descendió más del 20% en cuatro años (1929-1932), y los efectos de la crisis sobre el petróleo y la minería fueron catastróficos (Escobar Toledo, 1988).

En junio de 1933 Cárdenas aceptó la candidatura a la Presidencia de México y para el 1 de julio de 1934 había ganado fácilmente las elecciones con más de dos millones de sufragios. Cárdenas en el poder, tardó dos años en consolidar su fuerza, ya que rechazó el maximato de Calles y este enfrentamiento culminó con el destierro del ex presidente. Es por ello que hasta 1937 la dinámica agrarista llegó a su pleno apogeo. Este cambio es significativo porque la tierra laborable repartida durante el mandato de Cárdenas se hizo en esa misma fecha, otorgando al campesinado tierras irrigadas, tierras de cultivo, así como tierras de pastizales; con esta medida, se benefició a más de un millón de campesinos en tan solo dos años. Además, se reformó la banca oficial en apoyo de los ejidos colectivos y de

los pequeños propietarios, se crearon los servicios de salud ejidal, las escuelas técnicas rurales y se transformó la Comisión Nacional Agraria en el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización en 1939. Con estas instituciones se impulsó una transformación real de las políticas agrícola y agraria, dándole por primera vez la espalda al sistema hacendario que imperaba desde la época colonial.

El régimen del Presidente Cárdenas, aunque duró solo seis años, fue crucial para la estructura agraria, ya que literalmente modificó el país más de lo que lo habían hecho la reforma liberal y el movimiento revolucionario. Su administración dio un paso definitivo en la consolidación del poder estatal en el campo a través de la captación de la fuerza rural. Estos cambios y políticas se proyectaron al paso de los años, modificando en el tiempo la dinámica general de la estructura agraria y eventualmente el sistema agrícola. Sin embargo, aunque Cárdenas modificó la estructura de dominación en el campo, poco o nada pudo hacer en cuanto a la dependencia exterior del mercado internacional y del sistema de dominio mundial (Martínez Saldaña citado en Rojas Rabiela, 1991).

Para 1940 Ávila Camacho ya como presidente abrió el crédito a la iniciativa privada y lo limitó a los campesinos organizados en ejidos colectivos; y posteriormente Miguel Alemán los excluyó definitivamente para enfocar el crédito a la empresa privada. De esta forma de 1940 a 1970 el crédito solo estuvo presente en el campo productor y agroexportador del sector privado durante esos tres decenios. “Entre los años de 1956 a 1970, la tasa de crecimiento fue del orden del 6.74% en promedio anual, al tiempo que se denota que el problema de la inflación no representó un serio problema. Fue a esta época a la que se le conoció precisamente con el nombre de desarrollo estabilizador, o según términos coloquiales milagro mexicano, precisamente por el mantenimiento constante de los precios y por la ausencia de fenómenos devaluatorios” (Ortiz Mena citado en Ortega Hernández, León Andrade y Ramírez Valverde, 2010).

Cabe destacar que durante este periodo se realizaron grandes cambios en la política agraria, la Secretaria de Agricultura y Fomento se convirtió en la Secretaria

de Agricultura y Ganadería y la Comisión Nacional de Irrigación, creada en el gobierno de Cárdenas; en la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Este factor fue determinante en el cambio de estructura del agro mexicano, pues con esta medida el estado mexicano logro triplicar la capacidad de riego, de un millón a cuatro millones de hectáreas que quedaron en manos del sector privado. Asimismo se crearon instituciones de investigación y educación, como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y del Colegio de Postgraduados de Chapingo (COLPOS), así como la conformación del Programa Nacional de Extensión Agrícola. Estas tres instancias quedaron a cargo de la investigación y promoción de la tecnología moderna en el país; con lo cual México intento entrar a un proceso de modernización en la agricultura. Pues desde 1940 datan los primeros intentos de mejoramiento genético del maíz y el trigo, se inauguraron las primeras investigaciones agronómicas apoyadas por el gobierno de Estados Unidos y por instituciones privadas. El éxito fue rotundo, y la producción de trigo creció en un promedio de cinco veces mayor al que se producía. Este descubrimiento se debió a la investigación de técnicos norteamericanos y mexicanos que conformaron lo que se llamó la cuna de la “Revolución Verde”. Posterior al trigo, el maíz también incrementó con éxito su producción en los años 1960 (Martínez Saldaña citado en Rojas Rabiela, 1991).

Así, el riego junto con la inversión capitalista en el campo mexicano, sintetiza la política agrícola a partir de la década de 1940; ya que todo el presupuesto dedicado a la agricultura se invirtió tanto en la construcción de presas y canales como en abrir tierras de riego, y durante el periodo “de 1945 a 1955, el producto agropecuario (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) creció a un ritmo promedio de 5.8% anual, siendo factor determinante en el crecimiento del producto interno bruto (PIB), el cual creció en un promedio de 6.0% anual. Dentro del sector agropecuario, la actividad propiamente agrícola presentó la mayor tasa de crecimiento, y a lo largo de la década sostuvo un impresionante ritmo de crecimiento del 7.4% anual.

A mediados de los años sesenta concluyó la etapa de crecimiento de la agricultura en México, el crecimiento promedio anual del producto agropecuario bajó a 4.0%. La disminución respecto a la década anterior puede atribuirse al descenso del ritmo de crecimiento del producto agrícola (de 7.4 a 4.3 por ciento anual). Durante la tercera década considerada, 1965-1975, el producto agropecuario sólo crece a 2.1% anual; esto es, significativamente por debajo del ritmo de crecimiento demográfico. La disminución fue causada exclusivamente por la caída de la tasa de crecimiento del producto agrícola, ya que el resto del sector aceleró ligeramente su crecimiento anterior, pero el producto agrícola creció apenas a 0.8% anual (Gómez Oliver, 1978).

El desempeño de la agricultura mexicana desde mediados de los sesenta no había sido demasiado favorable, a pesar de que en el período 1977-1982 se le otorgó una alta prioridad a la producción agropecuaria, vía la creación del Sistema Alimentario Mexicano (SAM) (Massieu; De la Mora citados en Ortega, 2010). Durante este periodo la agricultura tuvo un ligero repunte al alcanzar una tasa de crecimiento del 5.9% anual; sin embargo, dicha recuperación duraría poco, puesto que para la década de los ochenta, esta problemática se agudizaría en la economía y en la agricultura mexicana; a través de la crisis agroalimentaria que vivió el país y a causa de la caída en el PIB agrícola, que en el periodo 1982-1987 solamente logró una tasa de crecimiento de 0.7%. Dicha crisis se debió principalmente a factores como: la caída de la demanda interna de alimentos, la caída de la rentabilidad de las inversiones agrícolas, la acumulación de capital en ciertas ramas de la producción rural, y a las políticas económicas del Estado, que, a partir de 1982, determinaron la brusca caída de la inversión pública en irrigación, fomento agrícola y crédito rural (Ortega Hernández, 2010).

Durante la década de los noventa, la política económica del País sufrió transformaciones importantes que le permitieron insertarse al libre mercado y al proceso de globalización. Para ello, desde la década anterior México había entrado como miembro del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), lo que actualmente conocemos como la Organización Mundial

de Comercio (OMC). Para 1995, tras el Acuerdo de la Ronda de Uruguay del GATT, la tendencia en este organismo radicaba en disminuir los apoyos y subsidios al campo; recomendación que México siguió puntualmente y en ese mismo año eliminó casi por completo el sistema de apoyos al agro mexicano, dejando a los productores del país en plena desventaja frente a los industriales del mundo; particularmente, frente a los de Estados Unidos y Canadá, ya que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) había entrado en funciones un año antes. A la postre, de 1993 a 2005 se firmarían tratados de libre comercio involucrando a 42 países de Centro y Sudamérica, con países de la Unión Europea, y con Japón.

Para el año 2001 todo indicaba una nueva sobrevaluación del peso, por lo que la competencia del campo mexicano dejó de ser fundamentalmente interna al establecerse relaciones comerciales con otros países del mundo. Bajo esas circunstancias y a consecuencia de que se podían comprar productos a precios más bajos que los nacionales, al estado mexicano le resultó más conveniente importar alimentos que producirlos internamente. Pues a raíz de la firma del TLCAN el patrón de comercio entre México y sus principales socios comerciales, propicio que desde 1993 a 2009 las importaciones agrícolas estuvieran por encima de las exportaciones. Por el lado de las exportaciones el mayor valor estuvo en las flores, hortalizas, frutas tropicales, cerveza y tequila; mientras que por el lado de las importaciones, el mayor valor se dio en los alimentos básicos: maíz, frijol, trigo, sorgo, aceites comestibles, leche; así como, carne de res y cerdo.

Como resultado de todos estos cambios, la economía del país se vio seriamente afectada, pues entre 2007 y 2008 los precios internacionales de los alimentos se catapultaron 54%; los principales aumentos ocurrieron en los cereales (92%) y los aceites (84%). También se presentaron alzas significativas en azúcar (29%), lácteos (25%) y, en menor medida, en las carnes (14%). Estos incrementos asociados a los que se han acumulado en los dos últimos años han llevado los precios de los alimentos a su nivel más alto en los últimos 50 años. Pues si

tomamos en cuenta los 10 primeros años del presente siglo, el precio de los alimentos básicos se incrementó en 85%, 102% y 109% para maíz, trigo y arroz.

La crisis de los alimentos aumenta la complejidad del momento económico mundial, y para México el primer semestre de 2006 representó el final de un largo periodo de estabilidad en los precios de los alimentos. Si bien es cierto que los precios altos estimulan la producción, en el caso de México este fenómeno no se ha observado, ya que en los últimos años se ha desmantelado la infraestructura productiva del campo, y las políticas agrícola y económica no han sido las adecuadas para estimular dicha producción; en consecuencia, el deterioro de la balanza comercial agrícola ha afectado directamente el poder adquisitivo de los consumidores, quienes han tenido que pagar crecientes cantidades en la adquisición de alimentos, generando con este hecho que el ingreso disponible real de la población esté bajando año con año, afectando de manera más importante a las clases más vulnerables, ya que son ellos los que dedican una proporción mayor de su ingreso a los alimentos (Villa Issa, 2011).

1.2. Desarrollo de la investigación científica en México.

En México, la investigación científica tiene raíces antiguas que se remontan a la época prehispánica; sin embargo, fue hasta la época de la colonia cuando el país coloca los primeros cimientos, e inicia un largo recorrido de más de 500 años para implantar esta actividad, pues como lo menciona Gustavo Retana (2009), la historia de la actividad científica en el país puede dividirse en tres grandes periodos: del Colonialismo al Despotismo Ilustrado (1525-1792), del movimiento de independencia al porfiriato (1810-1888), y del movimiento revolucionario al sistema actual (1900-2000):

La primera etapa se da posterior a la conquista de México, cuando los españoles comienzan a conocer la riqueza natural que poseía el territorio conquistado, fue así que en 1525 se funda el Colegio de San José de los Naturales, al cual se le considera como la primera institución educativa de la Nueva España.

Posteriormente, en 1536 se instauró el Colegio de la Santa Cruz de Tlatelolco, considerado como el primer centro de educación superior en América, cuyas actividades motivaron la creación de la Real Universidad en 1539, así como la fundación del Colegio de San Nicolás y los Colegios Mayores en 1540 y 1557 respectivamente.

La segunda etapa, se inicia una vez consumado el triunfo del movimiento de independencia, donde se toman las primeras acciones nacionalistas para impulsar la ciencia en México, y surgen diversas instituciones, entre las que destacan: El Museo Nacional Mexicano, fundado en 1825 por decreto del presidente Guadalupe Victoria, y en 1826, a iniciativa de Lucas Alamán y Pablo de la Llave se crea el Instituto de Ciencias y Artes de la ciudad de México con el objetivo central de promover la actividad científica. En 1833 a iniciativa del Dr. José María Luis Mora se promulga una Ley sobre Enseñanza Pública, cuya aplicación condujo a la creación de la Dirección General de Instrucción Pública para el Distrito y Territorios Federales, cuyo propósito era formar un órgano rector de la educación y el desarrollo de las ciencias. Ese mismo año se crean la Biblioteca Nacional y la Escuela Normal. Posteriormente el presidente Benito Juárez integra el Ministerio de Justicia, Fomento e Instrucción Pública, y promulga la nueva Ley sobre la Instrucción Pública, modificada en 1867 como Ley Orgánica de Instrucción Pública, a partir de la cual, en 1868, se establecen las escuelas de Estudios Preparatorios, de Jurisprudencia, de Medicina, Cirugía y Farmacia, de Agricultura y Veterinaria, de Ingeniería, de Naturalistas, de Bellas Artes, de Comercio y Administración, de Artes y Oficios, un observatorio astronómico, un jardín botánico y la Academia Nacional de Ciencias y Literatura.

La tercera etapa surge con la llegada del siglo XX, donde la educación superior, y la actividad científica del país, eran conducidas por medio de una estructura de instituciones gubernamentales y académicas, cuyo desarrollo tomaría un nuevo impulso tras el movimiento revolucionario. En esta etapa podemos destacar la creación del Museo Nacional de Historia Natural y el Museo Nacional de Arqueología, Historia y Antropología en 1910, la reconstitución de la Universidad

Nacional de México en ese mismo año y el surgimiento de diversos centros dedicados al estudio de las ciencias naturales alrededor de 1915. Posteriormente, en 1925, la Facultad de Altos Estudios de la Universidad Nacional de México se convierte en la Facultad de Filosofía, donde se impartió la enseñanza científica hasta de década de 1930, y durante el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas, se crea por decreto presidencial en 1935, el Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), el cual se convertiría en punta de lanza para la construcción de un Sistema Nacional de Ciencia. A partir del CONESIC, en 1936 se funda el Instituto Politécnico Nacional, y en 1938 El Colegio de México. Más tarde, en 1942 la CONESIC es sustituida por la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC); y para 1950 está misma es sustituida por el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) con el objetivo de promover a nivel nacional la coordinación y el desarrollo de la investigación científica; impulsando con ello, la fundación de la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES) en 1958, y la creación de la Academia de la Investigación Científica en 1959.

En la década de los sesentas el Estado continuó la institucionalización de la investigación científica, creando el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), así como el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). Así mismo, para fortalecer las áreas pecuaria y forestal se crea en 1965 el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). En ese mismo año, para impulsar la investigación en el ramo energético, se funda el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto Nacional de Energía Nuclear. “Durante los setentas se impulsó el sistema de instituciones de educación superior del país. Se concedió la autonomía a gran número de universidades estatales, se crearon otras y se amplió considerablemente la red de institutos tecnológicos en el país. La investigación se consolidó en el sector educativo, y la inversión en Ciencia y Tecnología aumentó de manera sostenida” (Aréchiga Urtuzuástegui citado en Bravo Vinaja, 2005). Cabe destacar, que tras 20 años de labores el INIC es sustituido mediante la

creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo que inició sus actividades en 1971, y hoy en día es un instrumento fundamental en la planificación de la actividad científica en nuestro país (Retana Guiascón, 2009).

1.2.1. Desarrollo de las instituciones de investigación agrícola en México.

Hubo en el Siglo XIX un interés profundo por la enseñanza técnica, sobre todo por la enseñanza agrícola, pues las primeras clases de agricultura en México se impartieron en uno de los seis establecimientos de instrucción superior creados por la reforma liberal de 1833. Anexado a la institución de estudios físicos y matemáticos; en el hospicio y huerta de Santo Tomás ya se impartían las cátedras de botánica y agricultura práctica. Posteriormente, el 17 de abril de 1850, se establecieron en el Colegio de San Gregorio cursos de agricultura. Este colegio, uno de los primeros que tuvieron los jesuitas en la Nueva España. (Dublán y Lozano citados en Bazant Sánchez, 1986). Aunado a esto, cuando se creó el Ministerio de Fomento el 17 de agosto de 1853, durante el último gobierno de Santa Anna. En 1853 se creó el Colegio Nacional de Agricultura con dos escuelas, la de Veterinaria y la de Agricultura, que a la postre se convirtió en la Universidad Autónoma Chapingo (1978). Sin embargo su existencia no fue suficiente para dejar avances significativos en la investigación científica de las Ciencias Agrícolas (Aréchiga Urtuzuástegui y Larque Saavedra citados en Bravo Vinaja, 2005).

Por otro lado, es preciso mencionar que la investigación agrícola científica coordinada por instituciones gubernamentales tiene su origen en el porfiriato. Ya que durante la dictadura de Porfirio Díaz, se mantuvo un gran interés por fomentar la agricultura de exportación ya que ésta generaba divisas que ayudaba a equilibrar la balanza de pagos (Von Wobeser citado en Gaona Robles y Barahona Echeverría, 2001). Durante el mandato de Díaz, se crearon nuevas políticas públicas, vinculadas al desarrollo industrial, a la economía e infraestructura del país, así como la reconstrucción científico-tecnológica, donde se pretendía estimular la formación de comunidades gremiales de profesionales. Con ello hubo una división en el trabajo científico, ya que las comunidades más cercanas a las

áreas de investigación pura, se les atribuyó la capacidad de hacer ciencia, para ello se les otorgo recursos económicos y de infraestructura. Mientras que un segundo grupo se dedicaría a dar seguimiento a los procesos productivos, mediante la adaptación de las nuevas tecnologías que iban surgiendo en otros países (Palacios Rangel, 2005).

Las acciones que se tomaron durante este periodo en favor de la agricultura, se enfocaron en impulsar la investigación agrícola experimental y la educación agrícola superior; pues en octubre de 1905 se oficializó la creación de la Escuela Particular de Agricultura, concesionada por bajo su gobierno a los hermanos Escobar, está se ubicó en Ciudad Juárez (Chihuahua) y estuvo en funciones hasta 1963, fecha en que cambió de nombre por la de “Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar” (Rincones Delgado citado en Bravo Vinaja, 2005). En este periodo también se crearon las primeras estaciones experimentales y se modernizó en 1907 la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), que incluía la formación de Ingeniero Agrónomo, Médico Veterinario y de técnicos en Mecánica Agrícola y en Agronomía (Reyes Castañeda citado en Gaona Robles y Barahona Echeverría, 2001).

A las luchas armadas provocadas por la Revolución, prosiguió la lucha política por el poder en la década de 1920-1930. Los gobiernos post revolucionarios eran conscientes ya de la necesidad de conseguir una rápida recuperación del sector agrícola, pero el problema político y la escasez de fondos les impidió emprender las acciones necesarias. Aún en la década de 1930, con el problema político resuelto en favor del grupo de Plutarco Elías Calles, algunos agrónomos empezaron a introducir a pequeña escala los métodos modernos de genética agrícola aprendidos en universidades norteamericanas, pero, no sería hasta 1940 cuando otros factores de tipo también político y económico permitirían una utilización más expansiva de la investigación genética agrícola (Gaona Robles y Barahona Echeverría, 2001).

Aunque la atención al mejoramiento de la tecnología agrícola formó parte de la política oficial en México desde los inicios del Siglo XX, los primeros programas de investigación genética se iniciaron durante el sexenio de Lázaro Cárdenas (1934-1940) bajo la dirección del Ingeniero Agrónomo Edmundo Taboada, egresado de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, quien en 1933 llevó a cabo sus investigaciones dentro de los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura (SAG), la cual hacia finales de los cuarenta se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). El primer trabajo que Taboada inició en genética vegetal consistió en seleccionar de entre diversas variedades de ajonjolí, la que estuviera mejor adaptada a las condiciones ecológicas del Valle del Yaqui en Sonora, y en los años de 1936-1937 logró la obtención de una variedad de chile pasilla de mayor rendimiento y mejores características agronómicas que las otras variedades regionales. En 1947 ya como director del IIA, se dedicó a producir lo que llamó variedades estabilizadas de maíz tomando como base las variedades de maíces de polinización abierta creadas durante los años anteriores. El método básico para producirlas consistía, primero, en la obtención de líneas con los menores defectos agronómicos y con buena aptitud combinatoria. Con este método se obtuvieron en la década de los cincuenta numerosas variedades estabilizadas que fueron distribuidas entre los agricultores de diferentes regiones del país (Gaona Robles y Barahona Echeverría, 2001).

En 1941, después de que Ávila Camacho remplazara a Cárdenas, el Gobierno de México inició conversaciones con representantes de la Fundación Rockefeller sobre la posibilidad de un programa de ayuda técnica, en virtud del cual el personal proporcionado por la fundación podría laborar en la superación de la productividad agrícola en México. Ese mismo año la Fundación envió un comité de tres especialistas en agricultura para que hicieran un viaje de reconocimiento e informaran sobre la conveniencia y posibilidades de iniciar un programa patrocinado por la misma. Tras el favorable informe presentado por este comité, el Gobierno de México hizo una invitación formal a la Fundación para llevar adelante el programa cooperativo y la Fundación aceptó dicha invitación y el Programa Agrícola Mexicano se inició en febrero de 1943. Con estas bases se

creó en 1944 la Oficina de Estudios Especiales (OEE) cuyas oficinas junto con los laboratorios auxiliares de fitopatología y entomología quedaron ubicados en el edificio de la Dirección General de Agricultura en San Jacinto, Ciudad de México. (Harrar citado en Gaona Robles y Barahona Echeverría, 2001).

La OEE fue de gran trascendencia para la evolución agrícola del país, y en la década de 1950, México ya era autosuficiente en la producción del trigo (Aquino Mercado, Peña Bautista y Ortiz Monasterio, 2007). A mediados de 1960 la OEE se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Retana Guiascón, 2009), seis años después se creó El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), organismo internacional sin fines de lucro, así mismo tenemos al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS) la cual es una Institución de Enseñanza, Investigación y Servicio en Ciencias Agrícolas, que en 1979, por decreto presidencial, se convirtió en organismo público descentralizado del gobierno federal con personalidad jurídica y patrimonio propios sectorizado en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); dichas instituciones han propiciado un incremento significativo en la generación de publicaciones dedicadas al sector agrícola, lo cual ha beneficiado de manera exponencial el desarrollo de dicha ciencia en el país y en el extranjero. Un estudio reciente utilizando la base de datos del Web of Science, ha mostrado el papel determinante que la sede del CIMMYT en México ha ejercido en el crecimiento de la ciencia nacional como una de las instituciones en el país de mayor producción e impacto científico (Luna Morales, Luna Morales y Sánchez Martínez, 2013).

Finalmente, cuando la Fundación Rockefeller se retiró del Programa Agrícola Mexicano en 1960, la Oficina de Estudios Especiales (OEE) y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) se unieron para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Dos años más tarde, en 1962 el Instituto de Investigaciones Forestales (IIF) se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), y en 1963 el Instituto de Investigaciones

Pecuarias (IIP) se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) (Ekboir *et al.*, 2003).

“Durante la crisis económica de los ochenta, se redujo el gasto público y con él la inversión en educación, que bajo del 8,2% del PIB en 1980 a 4.8% en 1987. Sin embargo, se mantuvo e incrementó el gasto de investigación en las instituciones de educación superior. Ante la escasez de divisas y en un intento por encausar la investigación, de acuerdo a la política nacional de sustitución de importaciones, se favoreció en las instituciones de educación superior los proyectos de desarrollo tecnológico. Con el deterioro de los salarios, se inició la deserción de investigadores que emigraron al extranjero, o a distintas áreas del mercado de trabajo, con mejor remuneración” (Aréchiga Urtuzuástegui citado en Bravo Vinaja, 2005). “En 1985, la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) fusionó los Institutos Nacionales de Investigación Agrícola (INIA), Pecuaria, (INIP), y Forestal (INIF), formando el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP)” (Ekboir citado en Bravo Vinaja, 2005).

Como podemos apreciar, el desarrollo de la ciencia agraria en México, tuvo un sinfín de altibajos políticos, económicos y sociales, no obstante el empeño que unos cuantos tuvieron en consolidar la ciencia en su desarrollo educativo y profesional adquirió otra dimensión, lo que constituyó el nacimiento de una nueva enseñanza agronómica. La labor misma de los agrónomos ha sido definitiva a accionar de la institucionalización, integrándose al desarrollo nacional.

En seguida se mencionan tres organismos de investigación agrícola con mayor presencia en el país, que fueron surgiendo a lo largo del siglo XIX, siendo parte de la revolución verde y con ello han ido transformando al país, a la investigación agrícola, no solo en México sino a diferentes partes del mundo.

1.2.2 Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).

En 1940, el entonces Secretario de Agricultura, Marte R. Gómez, solicitó a través del Vicepresidente de Estados Unidos, Henry Wallace, que se brindara asistencia técnica para ayudar a México a superar su crónica escasez de alimentos. Wallace, que había fungido en alguna época como Secretario de Agricultura del país vecino, mostró una actitud favorable ante la petición y recurrió a la Fundación Rockefeller, que tenía experiencia en el establecimiento de programas internacionales de salud pública. La Fundación estuvo de acuerdo en ayudar a México y en 1941 envió una comisión formada por tres distinguidos científicos agrícolas, E.C. Stakman, Richard Bradfield y Paul C. Mangelsdorf, para que inspeccionara las condiciones imperantes en México e hiciera recomendaciones.

En su informe, la comisión recomendaba atacar los problemas de producción de alimentos de México mediante un enfoque triple: investigación, educación y extensión. Por lo que en 1943, la Fundación Rockefeller formó un pequeño grupo de investigadores para que ayudara al gobierno mexicano a elevar los rendimientos tan rápido como fuese posible. Para ello, el gobierno creó una organización autónoma, la Oficina de Estudios Especiales (OEE), dentro de la Secretaría de Agricultura. La OEE llevó a cabo investigaciones sobre una amplia variedad de cultivos, incluyendo maíz y trigo. “A esta oficina se integró Norman Borlaug, uno de los primeros científicos que llegaron al país para colaborar en la recién formada OEE. Borlaug rápidamente integró un grupo de investigadores que en conjunto dedicaron cerca de 20 años al desarrollo de diversas variedades de trigo como el *trigo enano*. Gran parte de los desarrollos que en esta oficina se generaron se apoyaron en el estudio de la genética de plantas para conseguir mejoras en la explotación y el rendimiento de nuevas variedades de semillas, desarrollos que dieron lugar a la llamada Revolución Verde, que no sólo se aplicó en México sino también en otras partes del mundo y que generó beneficios sustanciales a la humanidad, sobre todo en países en vías de desarrollo como India, Pakistán y Argentina” (Luna Morales, Luna Morales y Sánchez Martínez, 2013).

El proyecto tuvo un éxito rotundo, ya que a mediados de 1950 México estaba cerca de alcanzar la autosuficiencia en maíz y trigo. En la década de 1960, México contaba con una sólida base en investigación agrícola y con un nutrido grupo de agrónomos profesionales bien capacitados; pues en el periodo de 1944 a 1960 se formaron en la OEE aproximadamente 550 agrónomos, entre ellos 250 con grado de maestría y 40 doctores (Barahona, Pinar y Ayala, 2003). Tras el retiro de la Fundación Rockefeller del Programa Agrícola, el gobierno decide crear un programa nacional de investigación agrícola, mediante la fusión de la OEE y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), para así conformar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

En 1963 se vislumbra la posibilidad de crear el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como un programa de cooperación entre la Secretaría de Agricultura de México, la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford y el apoyo de varios países. Así, el 12 de abril de 1966 CIMMYT entró formalmente en funcionamiento como una organización sin fines de lucro, dedicado a la investigación científica y la capacitación técnica. A principios de 1970 se dio la inauguración de las instalaciones del CIMMYT, ubicadas en el Batán, Estado de México, dentro de 43 hectáreas de tierra que el gobierno mexicano había conseguido para establecer la estación experimental. Posteriormente, con el fin de colaborar de inmediato en el fortalecimiento de los programas nacionales de investigación, algunos miembros del personal del CIMMYT fueron asignados a importantes países productores de maíz o trigo. Por lo que en esta década, el CIMMYT tenía alrededor de 20 científicos en países en desarrollo aparte de México; y la mayor parte de ellos participaban en programa bilaterales.

La década de los setenta marcó el inicio de un gran número de proyectos de investigación cooperativa; algunos ejemplos incluyen la investigación de tres enfermedades del maíz: mildiu vellosa en colaboración con Tailandia y Filipinas; virus del rayado del maíz en cooperación con Tanzania, Zaire y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, y achaparramiento del maíz en colaboración

con Nicaragua y El Salvador. El auge de los programas nacionales hizo que aumentaran considerablemente las peticiones al CIMMYT en busca de asesoría y consejo sobre la planificación de la investigación y las operaciones. Las visitas periódicas del personal del Centro no eran suficientes para satisfacer estas necesidades y tampoco era posible enviar personal a todos los países que solicitaban ayuda. Al mismo tiempo que conservaba los convenios bilaterales con algunos países, el CIMMYT comenzó a recurrir cada vez a los programas regionales como un mecanismo eficaz para lograr que la mayor cantidad posible de países se beneficiaran de la ayuda proporcionada por los científicos asignados a estos programas. Como efecto de lo anterior, en 1979 existían cuatro programas regionales de maíz, cuatro programas regionales de trigo y cuatro programas regionales de economía.

El cambio más espectacular en las actividades del CIMMYT durante los años ochenta fue su creciente interés en mejorar la estabilidad de rendimiento, sobre todo en las zonas marginales. No obstante, el programa de investigación dedicó cada vez más atención a las aéreas menos favorecidas donde la revolución en la productividad no había tenido lugar en los últimos 20 años, pues solo había alcanzado a una fracción de los agricultores durante sus primeras décadas (Breth, 1986).

Actualmente los proyectos de investigación del CIMMYT están respaldados por los gobiernos locales y los fondos que provienen de más de 25 países y distintas fundaciones como el Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), del Consultative Group on International Agricultural Research, que a su vez cuenta con el patrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Luna Morales, Luna Morales y Sánchez Martínez, 2013). El gobierno de México, al igual que los gobiernos de otros países donde el CIMMYT tiene oficinas, aporta al Centro recursos importantes para proyectos especiales. De igual forma, es importante destacar la

colaboración interinstitucional con la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), el INIFAP, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), y la Universidad de Stanford, por decir solo algunas. Cabe mencionar que CIMMYT apoya estudiantes de México y otros países en vías de desarrollo, en la obtención de un grado académico (licenciatura, maestría, doctorado) en sus propios países o en programas avanzados en países desarrollados con becas parciales o con becas que forman parte de proyectos especiales. Asimismo, recomienda estudiantes a investigadores de instituciones educativas para que sean aceptados y se les otorgue apoyo financiero, facilidades y el asesoramiento necesarios para llevar a cabo sus proyectos de investigación de tesis. Contribuyendo así, en la formación y el desarrollo de los recursos humanos para la investigación agrícola, ofreciendo además, cursos de formación y de capacitación tanto a investigadores y técnicos, como a agricultores.

Para el CIMMYT es importante documentar y divulgar los conocimientos generados, lo cual lleva a cabo mediante la publicación de artículos en revistas científicas arbitradas, donde se encuentran las más reconocidas a nivel internacional, de igual forma dan a conocer sus aportaciones en mediante la publicación de memorias, cursos y talleres, capítulos de libro, boletines y documentos de trabajo realizados en el mismo Centro. (Aquino Mercado *et al.*, 2007).

1.2.3 Colegio de Postgraduados (COLPOS).

El Colegio de Postgraduados (COLPOS) tuvo su origen en la Ley de Enseñanza Agrícola Superior, expedida el 6 de mayo de 1946 por el Ejecutivo Federal. Sin embargo, el Colegio de Postgraduados inicia sus actividades el 22 de febrero de 1959, en la entonces Escuela Nacional de Agricultura (ENA), hoy Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el Estado de México. Más tarde, el 4 de enero de 1979, el Colegio de Postgraduados se convirtió en un organismo descentralizado del gobierno federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios sectorizado en

la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y cambió, en 1982, su sede a Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México (Espinoza Victoria, 2004).

El decreto de creación de 1979 confirió al COLPOS el mandato de “impartir enseñanza de postgrado, realizar investigaciones, y prestar servicios y asistencia técnica en materia agropecuaria y forestal”. En este sentido, el COLPOS enseña a investigar e investiga para enseñar en un contexto de vinculación integral con su entorno bajo un sistema de Campus localizados en Sihochac, Champotón Campeche; Montecillo, Texcoco; Estado de México; Puebla, Puebla; Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí; Amatlan de los Reyes, Veracruz; Cárdenas, Tabasco, y Tepetates, Veracruz. Los Campus son unidades administrativas que desde 2006 manejan sus propios recursos y reportan al Corporativo institucional. Es importante resaltar, que en 2001 fue reconocido como Centro Público de Investigación por la propia SAGARPA y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), mediante resolución publicada el 8 de agosto de 2001 en el Diario Oficial de la Federación (Colegio de Postgraduados, 2015).

“Con la finalidad de hacer del Colegio de Postgraduados una institución más pertinente, acorde con los cambios sociales actuales, en 2004 se aprobó una Reestructuración Integral para la Modernización de la Institución, que contempla el establecimiento del Plan Rector Institucional, el cual está conformado por el Plan Rector de Investigación, el Plan Rector de Educación y el Plan Rector de Vinculación, con la finalidad de cumplir con la misión, la visión y los objetivos estratégicos institucionales” (Colegio de Postgraduados, 2006).

“El Colegio de Postgraduados” tiene como misión ser una institución educativa que genera, difunde y aplica conocimientos para el manejo sustentable de los recursos naturales, la producción de alimentos nutritivos e inocuos, y el mejoramiento a la calidad de vida de la sociedad”

“La visión institucional contempla el ser una comunidad comprometida con la sociedad que fomenta el desarrollo personal, la creatividad académica y la

generación de conocimiento colectivo para trascender al existente, a las ideologías y a la estructura disciplinaria. Reafirma los valores de la sociedad cultivando y enriqueciendo la mente y el espíritu de los individuos. Sus modelos educativos y organizacionales están actualizados y en superación permanente” (Colegio de Postgraduados, 2015).

El 22 de noviembre de 2012 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la reforma al Decreto de Creación del Colegio de Postgraduados, donde se le otorga a la institución la autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa. Con lo cual su objetivo predominante es realizar investigaciones científicas y tecnológicas en materia agroalimentaria, forestal y afines, e impartir educación de postgrado y prestar servicios y asistencia técnica en dichas materias.

En este sentido, la oferta educativa del COLPOS está conformada por Programas para el nivel Postgrado y de educación continua. En el caso del Postgrado, se tienen los niveles de Doctorado, Maestría, y Especialización en las modalidades Disciplinarias y Multidisciplinarias. Este modelo organizativo del postgrado considera, de así decidirlo, la participación de todos los campus tomando en cuenta los estándares externos de evaluación, de manera integrada. Esto permitirá la interrelación de los programas de postgrado de forma multi e interdisciplinaria, para la atención y solución de problemas del sector rural (agroalimentario, agroindustrial, forestal y afines), para lograr el reconocimiento por parte de los pares académicos y de la sociedad (Colegio de Postgraduados, 2015).

De acuerdo con su sitio web el COLPOS ha colaborado constantemente con diversas organizaciones e instituciones internacionales en el campo de la actividad agropecuaria y de los recursos naturales, con un enfoque global y regional. Su colaboración interinstitucional ha sido llevada a cabo con diversos organismos, como el United States Department of Agriculture (USDA), la Universidad del Estado de Ohio, el Instituto Politécnico de Madrid, la Universidad de San Carlos, Guatemala; la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

Agricultura (FAO), entre otros. El COLPOS ha establecido acciones a través de la cooperación científica, técnica y tecnológica por medio de alianzas estratégicas con diversas instancias gubernamentales, organismos multilaterales, foros internacionales y otras áreas afines, logrando posicionarse internacionalmente como Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas (Colegio de Postgraduados, 2014).

1.2.4 Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP).

El INIFAP es producto de la fusión en 1985 del INIA, el INIP y el INIF (Institutos Nacionales de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal, respectivamente), creados por el Ejecutivo Federal a mediados del siglo pasado con el objetivo contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, a partir de un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano, mediante la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal, como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipos de productores.

De 1987 a 1991 el INIFAP se caracterizó por brindar un fuerte impulso a la investigación y a la validación de la tecnología, fortaleciendo la vinculación con el sector institucional de apoyo al desarrollo rural, a través de la creación de los Centros Estatales de Investigación Forestal y Agropecuaria (CIFAP) y del Programa de Innovación Tecnológica, con el objetivo de promover y dinamizar el proceso de transferencia de tecnología, así como captar demandas de investigación del sector productivo (Tapia Naranjo, 1997).

Como resultado de su evolución, en 2001 el Instituto se transformó en Organismo Público Descentralizado sectorizado en la SAGARPA, y en 2003 fue reconocido como Centro Público de Investigación por el CONACYT. A partir de 2004 se inició un importante proceso de reordenamiento y fortalecimiento institucional, que

incluyó entre otras acciones, el cambio de estructura orgánica, la modernización de su infraestructura y equipo, la reorganización de las actividades sustantivas primero en redes de investigación e innovación, que dieron origen a los 34 Programas de Investigación en que hoy focaliza su quehacer, y el fortalecimiento de las actividades de vinculación interinstitucional, tanto nacional como internacional.

El INIFAP constituye hoy la principal institución de investigación y desarrollo tecnológico del Gobierno Federal para los sectores agropecuario y forestal del país. Tiene presencia nacional con una infraestructura de 38 campos experimentales ubicados en ocho Centros de Investigación Regional, cinco Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, un Centro Nacional de Recursos Genéticos y un Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos; también cuenta con cuatro Sitios de Negocios y 36 Sitios Experimentales, que en conjunto atienden las demandas en materia tecnológica del sector rural, en colaboración con otras instituciones. Cuenta con personal altamente especializado en disciplinas variadas para atender las demandas de investigación y transferencia de tecnología para las principales áreas agroecológicas (Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria, 2013).

CAPÍTULO 2. LA BIBLIOMETRÍA.

Entender que es la bibliometría resulta indispensable para comprender la forma en que se desarrolla la actividad científica y la producción literaria que de ella se desprende. Pues la ciencia es un proceso social que tiene como principal atributo, la divulgación de los avances e innovaciones que se producen en las diferentes áreas del conocimiento humano; pero también, es un modelo complejo que en las últimas décadas ha experimentado diversas transformaciones, adquiriendo una enorme importancia en la sociedad de nuestro siglo. De igual forma, la sociedad también se ha enfrentando constantemente a diversos cambios, tanto en el orden político, como en el entorno social y económico, lo que ha dado pie a la conformación de una sociedad más compleja, abierta y participativa, que hace que las expectativas de bienestar estén fijadas en el desarrollo científico y tecnológico; puesto que, el desarrollo, evaluación y repercusión de la actividad científica son un elemento indispensable en la construcción de los programas de investigación, los cuales se implementan como parte de los requisitos que la sociedad actual impone.

En este sentido, tras la importancia que la ciencia y la tecnología han adquirido en nuestros tiempos, surge la necesidad de analizar el comportamiento de dichas actividades y el impacto que tienen en la sociedad. Y para ello, es indispensable la aplicación de una disciplina métrica, que mediante el análisis estadístico de los datos cuantitativos proporcionados por la literatura científica, permita analizar el tamaño, crecimiento, y distribución de las publicaciones a fin de mejorar las actividades de información, documentación y comunicación científica; y por otro lado, facilite el análisis de los procesos de generación, divulgación y uso de la literatura; así como, la estructura y dinámica de los colectivos de investigadores que la utilizan (Sancho Lozano, 1990).

2.1. Definición de bibliometría.

“Desde su origen hasta la actualidad, la bibliometría ha estado ligada estrechamente tanto con la bibliografía como con las fuentes de información. Esta relación constituye una dependencia de estas últimas disciplinas, ya que los estudios bibliométricos se llevan a cabo a partir de los análisis de las fuentes de información, que constituyen la base sobre la cual se mide la producción científica. Pues la misma bibliometría, desde su origen, identifica a la bibliografía como base fundamental de su desarrollo, e incluso, los propios investigadores de esta disciplina hacen referencia a las fuentes de información como el medio sobre el cual se aplican las técnicas bibliométricas, que a su vez, están estrechamente relacionadas con los métodos estadísticos” (Carrizo Sainero, 2000).

Diversos autores en distintas épocas han definido a la bibliometría de una forma más o menos parecida. Un ejemplo de esto es la que puntualiza Paul Otlet en 1934, pues fue el primer investigador en aplicar el nombre de *Bibliometrie*, precisándola como “la parte definida de la bibliología que se ocupa de la medida o cantidad aplicada a los libros” (Carrizo Sainero, 2000). En este sentido Pritchard en 1969 la define como “la aplicación de los métodos estadísticos y matemáticos a los libros y otros medios de comunicación” (Pritchard y Broadus citados en Bravo Vinaja, 2005). Y de igual forma, en 1972 Donohue la refiere como “el análisis cuantitativo del volumen de unidades bibliográficas, tales como libros, artículos y similares” (Gorbea Portal, 2005).

Posteriormente, Lancaster en 1977 menciona que “la bibliometría es la aplicación de diversos análisis estadísticos el estudio del comportamiento de autoría, publicación y uso de la literatura” (Lancaster citado en Bravo Vinaja, 2005). Mientras que Eugene Garfield en 1978, sugiere que “la bibliometría puede ser definida como la cuantificación de la información bibliográfica susceptible de ser analizada” (López López, 1996).

Luis Ferreiro Aláez expresa que “la bibliometría es el método científico de la ciencia de la información o ciencia de la documentación y constituye la

aproximación cuantitativa que permite el desarrollo de la teoría general de esta ciencia y el estudio descriptivo e inferencial de todas las formas de la comunicación escrita adoptadas por la literatura científica” (Ferreiro Aláez, 1993). La definición de Elías Sanz Casado refiere que la bibliometría es “la disciplina que trata de medir la actividad científica a través del estudio y análisis de la literatura recogida en cualquier tipo de soporte” (Sanz Casado, 1997). Y de forma más actual, Carrizo Sainero considera que la bibliometría “es el conjunto de conocimientos metodológicos para la aplicación de técnicas cuantitativas, destinadas al estudio de los procesos de producción, comunicación y uso de la información científica, con el objeto de contribuir al análisis y evaluación de la ciencia y la investigación” (Carrizo Sainero, 2000).

Estas definiciones de una u otra manera se refieren a que la bibliometría cuantifica la literatura científica, utilizando métodos estadísticos y matemáticos, permitiendo un análisis objetivo y subjetivo de la ciencia y la investigación. En este sentido, la bibliometría surge de la bibliografía como una subespecialidad de ésta, dedicándose a la cuantificación de los contenidos bibliográficos; por lo que podemos mencionar, que tanto la bibliografía como la bibliometría, son producto de las ciencias de la documentación (Carrizo Sainero, 2000). “Pues la medición del esfuerzo y repercusión de la actividad científica se basa, hoy en día en la bibliometría. Los indicadores que se construyen a partir de técnicas bibliométricas cuantifican el número de documentos publicados por un país, institución, grupo de investigación o individuo” (Licea de Arenas y Santillán Rivero, 2002).

En este sentido, podemos decir que la bibliometría se basa en la noción de que la esencia de las investigaciones científicas, es la producción de conocimiento y la literatura científica es un componente de ese conocimiento, esta idea de analizar la literatura se remonta a los inicios del siglo XX. Sin embargo, no fue hasta 1963 con la creación del Science Citation Index (SCI), cuando tuvieron mayor auge los estudios métricos, ya que durante esta época todos aquellos que producían literatura científica, buscaban medirla mediante métodos cuantitativos y objetivos (Macías Chapula, 1997).

2.2. Desarrollo histórico

La ciencia no puede considerarse una actividad independiente y desligada de los procesos sociales. Pues anteriormente la postura filosófica era que la ciencia era independiente a éstos. Dicha postura era bastante lógica durante épocas en que la ciencia no tenía relación con la sociedad. Pero a partir del siglo XVII sus aplicaciones fueron fundamentales en la revolución científica e industrial. A partir de ese momento, la realidad socioeconómica y la ciencia interactuaron paralelamente y a partir del siglo XIX, el fuerte desarrollo industrial que se produce en los países llamados occidentales convierte a la ciencia y la tecnología, en una actividad social clave, vinculándolas al proceso productivo de una manera rotunda, y al mismo tiempo las incorporan al sistema educativo (Medina citado en López López, 1996).

Uno de los pioneros en el estudio sobre el comportamiento cuantitativo del progreso científico fue Balbi, quien desde 1822, incluye en sus investigaciones aspectos cuantitativos sobre temas culturales y científicos. En sus investigaciones Balbi las denominó *geografía literaria*, concepto bajo el cual incluía información sobre el carácter físico y espiritual de los habitantes del país, lengua, sistema educacional, sociedades científicas, bibliotecas, museos, jardines, observatorios, impresores y comercio del libro. En estas investigaciones se aprecian resultados de corte bibliométrico y cienciométrico; hecho que lo convierte en el precedente directo de trabajos posteriores publicados por diversos autores (Zbikowska Migón citado en Gorbea Portal, 2005).

Aunque aún no existe consenso en cuanto al inicio de los métodos bibliométricos, el primer trabajo se le atribuye a Alphonse de Condolle en 1885 con su trabajo "*Histoire des sciences et des Scavants depuis deux siecles*", en el cual aplica métodos matemáticos a factores relacionados con el desarrollo científico, realizando un estudio sobre catorce países europeos y los Estados Unidos de América. Cole y Eales, 1917 aplican métodos bibliométricos a la historia de la Anatomía, analizando trabajos aparecidos entre 1543 y 1860 (Sancho citado en

López, 1996) En 1923 Hulme analiza autores y revistas referenciadas en el *International Catalogue of Scientific Literature*, en el periodo 1901-1913 y analiza la relación entre publicaciones científicas, condiciones económicas y crecimiento de la civilización moderna (Méndez citado en López López, 1996).

En 1926, Lotka formula la ley de la productividad de los autores científicos y en 1927, Gross y Gross contabilizan las referencias aparecidas en los artículos del *Journal of the American Chemical Society* para localizar el núcleo de revistas que publican sobre un tema; mientras que en 1929, el soviético Rainoff estudia el desarrollo de la física en base al análisis estadístico de la bibliografía, número de descubrimientos y la relación del desarrollo de la ciencia, con el desarrollo social y económico (Kragh citado en López López, 1996). En 1938 el sociólogo norteamericano Robert K. Merton da a conocer su obra titulada, *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*, estudiando los temas tratados en las reuniones de la Royal Society para extraer conclusiones sobre la relación entre la ciencias de la época y las condiciones socioeconómicas. En 1939 el profesor británico, J. D. Bernal publica su obra *La Función Social de la Ciencia*; mientras que en 1948, el químico y bibliotecario inglés, Samuel Bradford; formula su ley sobre la dispersión de la literatura científica. En 1963 Derek de Solla Price publica *Little Science, Big Science* y en 1966 el soviético Dobrov da a conocer *Nauka o nauke* (Ciencia de la ciencia) (López López, 1996).

Para 1969 el primer autor que utiliza el término bibliometría es Pritchard, definiendo a esta disciplina como la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos dispuestos para definir los procesos de la comunicación escrita, así como la naturaleza y desarrollo de las disciplinas científicas (Pritchard citado en López López, 1996). En 1978 se funda la revista *Scientometrics*, una publicación insigne en el campo de los estudios métricos que trata los aspectos cuantitativos de la ciencia, la comunicación y las políticas científicas a escala internacional. En 1979 Otto Nacke propone por primera vez, el término Informetría, y ocho años más tarde, en 1987 se realiza la primera conferencia internacional sobre bibliometría y aspectos teóricos de la recuperación de la información. En 1997 se

crea el Centro de Estudios Informétricos de Dinamarca; y posteriormente en 1998 se fundó el Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI) de la Universidad Carlos III de Madrid (Gregorio Chaviano, 2004).

Como podemos observar, el origen de los estudios métricos tiene mucho que ver con la aparición de la ciencia de la documentación, cuyo objetivo era en el siglo XIX, lograr el control de la gran cantidad de documentos existentes en las diferentes áreas del conocimiento humano. Es decir, que en la medida en que se desarrollaron las diferentes disciplinas, llámese bibliotecología, documentación, ciencias de la información, etc., se desarrollaron de forma paralela los estudios métricos. Posteriormente, de esta técnica surgieron disciplinas instrumentales como lo son la bibliometría, que comprende la aplicación de las matemáticas y los métodos estadísticos para analizar el curso de una determinada disciplina científica, así como a su comportamiento; la infometría, que permite sobre la base de elementos cualitativos y cuantitativos, el análisis de los fenómenos y procesos relacionados con la información; la cienciometría, que utiliza métodos matemáticos para el estudio de la ciencia y a la actividad científica en general, además de medir el nivel de desarrollo y el aporte de la ciencia a las diferentes esferas de la sociedad. Y de forma más reciente; la webmetría, que tras el desarrollo del WWW mide la ciencia desde la perspectiva de indicadores propios de Internet; y la patentometría, una herramienta útil para el análisis de oportunidades tecnológicas y del comportamiento de las patentes (Gregorio Chaviano, 2004).

El desarrollo de la bibliometría ha sido sin duda posible gracias a los avances que la ciencia tuvo desde los inicios del siglo XVII, y a la comunicación científica, producto de dicho desarrollo; cada uno de estos factores dependen uno del otro para generar registros, resultados, observaciones y teorías, las cuales sirven como referencias para sus estudios. Es por esta razón, que se puede mencionar que sin comunicación no hay ciencia, ya que la ciencia se constituye en conocimiento compartido; por lo que los científicos, conscientes del papel que desempeña la comunicación científica, han generado, potenciado y protegido los canales y

medios que puedan contribuir al intercambio de información en beneficio de la ciencia (López López, 1996).

Parte indispensable de este proceso, es el alcance de las especialidades métricas, vinculadas a los métodos y actividades bibliotecarias y de la información; pues sin lugar a dudas, la interacción entre contenidos clásicos de la Matemática y la Estadística, en paralelo con las Ciencias Bibliotecológicas y de la Información, han permitido el desarrollo de una disciplina dedicada al estudio y comportamiento de los sistemas científicos y su organización (Gorbea Portal, 2005).

2.3. Indicadores bibliométricos.

Los indicadores bibliométricos permiten evaluar, determinar y proporcionar información sobre los resultados en cualquier campo de la ciencia; como el volumen, evolución, visibilidad y estructura. Así también permiten valorar la calidad de la actividad científica, y la influencia (o impacto) tanto del trabajo como de las fuentes. De acuerdo con ello, se pueden clasificar en dos grandes grupos: a) los indicadores cuantitativos de la actividad científica, donde incluye la cantidad de publicaciones y permite visualizar el estado real de la ciencia, y b) los indicadores de impacto que se basan en la cantidad de citas que se obtienen de los trabajos, y caracterizan la importancia del documento de acuerdo al reconocimiento otorgado por otros investigadores; es decir estos indicadores valoran el impacto de autores, revistas y/o trabajos (García Ecuero y López López citados en Bordons Gangas y Zululeta García, 1999).

“Con los indicadores bibliométricos se podrán determinar, entre otros aspectos: a) el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él; b) el envejecimiento de los campos científicos, según la "vida media" de las referencias de sus publicaciones; c) la evolución cronológica de la producción científica, según el año de publicación de los documentos; d) la productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos; e) la colaboración entre los científicos o instituciones,

medida por el número de autores por trabajo o centros de investigación que colaboran; f) el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, medido por el número de citas que reciben éstas por parte de trabajos posteriores; g) el análisis y evaluación de las fuentes difusoras de los trabajos, por medio de indicadores de impacto de las fuentes; h) la dispersión de las publicaciones científicas entre las diversas fuentes, etc. El desarrollo de indicadores cada vez más fiables es uno de los principales objetivos de la bibliometría” (Sancho Lozano, 1990).

Con estos indicadores se puede determinar el crecimiento de cualquier área científica teniendo en cuenta la cantidad de trabajos publicados, colaboración de autores, centros de investigación, impacto de las comunicaciones, países, instituciones, la producción de los científicos, entre otros. En este sentido, López Piñero Y Terrada, (1992) señalan ocho condiciones para la utilización de indicadores bibliométricos:

1. La necesidad de asociar los indicadores bibliométricos a las valoraciones de los expertos.
2. Los indicadores bibliométricos tienen distinta importancia y significado en los diversos campos de la ciencia, debido a que las pautas de publicación cambian de un campo a otro; por ello, no deben extraerse conclusiones precipitadas de un indicador bibliométrico, ni extrapolar o generalizar gratuitamente.
3. La validez y fiabilidad de un indicador bibliométrico debe someterse a un riguroso examen crítico; asimismo, se debe estar razonablemente seguros de que las fuentes de información que se utilizan son representativas para el tema que pretendemos estudiar.
4. De un sólo indicador bibliométrico no deben extraerse criterios sólidos para la evaluación. La actividad científica no puede representarse en forma de proceso lineal en el que un elemento es la única causa del siguiente; esa actividad está inmersa en una compleja matriz

multidimensional de actividades y factores relacionados, por tanto, a la hora de hacer evaluaciones, debe utilizarse el máximo número posible de indicadores.

5. Los indicadores bibliométricos solamente pueden interpretarse refiriéndolos a patrones cuantitativos de la comunicación escrita.
6. Los indicadores bibliométricos son siempre relativos. Un indicador bibliométrico carece de sentido si no se relaciona explícitamente con el área de cobertura de la base de datos o repertorio del que procede y si no se indica claramente el periodo al que se refiere.
7. Algunos indicadores bibliométricos estándar son de aplicación bastante general, pero casi siempre la evaluación exige recurrir a indicadores específicos, que a menudo tropiezan con obstáculos conceptuales y técnicos.
8. Existen indicadores bibliométricos que se obtienen y se interpretan fácilmente, pero otros son bastante más complejos de obtener y manejar y deben estar reservados a especialistas.

A través de la medición de los distintos elementos de las publicaciones científicas es posible obtener diversos indicadores bibliométricos. Los más sencillos y habituales son los conteos de publicaciones durante un período determinado que relevan información sobre los tipos de documentos, los idiomas, y las revistas de publicación elegidas para la divulgación de la investigación, así como sobre disciplinas en las que se trabaja, tendencias, especialización y el número de autores, instituciones o países, participantes en los documentos. La posibilidad de elaborar indicadores más complejos depende principalmente de las características de las bases de datos seleccionadas (De Filippo y Fernández, 2002).

2.3.1. Indicadores científicos

Entre los múltiples epígrafes de la ciencia, ésta se puede estudiar bajo tres aspectos: calidad, importancia e impacto científico. Los indicadores empleados para valorar la ciencia se pueden considerar de inversiones en investigación (*input*), y de resultados de la investigación (*output*); dentro de éstos, podríamos resaltar los que evalúan la calidad científica de los trabajos, y los que miden la productividad o cantidad de publicaciones científicas que crean un cuerpo de resultados científicos. Se deben considerar también los indicadores de impacto o influencia de la investigación, que, a su vez, se pueden subdividir en impacto o visibilidad del trabajo que se publica o de la fuente donde se publica (Sancho Lozano, 1990).

Bajo estos aspectos, a continuación se mencionan los indicadores utilizados en el presente trabajo.

2.3.1.1. Indicadores cuantitativos de la actividad científica

Número de publicaciones:

Es el indicador bibliométrico básico y más sencillo. Los canales de comunicación de los resultados científicos más comúnmente utilizados son las revistas, pero también son importantes los congresos científicos, las patentes, etc. (Frame citado en Sancho Lozano, 1990). El *número de publicaciones* de un centro, área o país es un indicador útil para cuantificar la actividad científica de dichas unidades. Su mayor utilidad se obtiene al efectuar comparaciones con la actividad de otros centros, áreas o países, pues se hace necesario tener un marco de referencia en el que poder ubicar nuestro objeto de estudio. También es interesante realizar seguimientos de la producción científica a lo largo de un periodo determinado (Bordons Gangas y Zululeta García, 1999).

Productividad de los Autores:

De una manera general, y salvando notables excepciones, se puede afirmar que existe una fuerte correlación entre la eminencia de un científico y su productividad. En este sentido es importante la Ley de Lotka, tal como ya ha sido referido respecto a la productividad sesgada de los autores. Sobre la base del índice de Lotka se acostumbra a distribuir los autores de un conjunto de publicaciones en tres niveles de productividad: pequeños productores (con un solo trabajo o índice de productividad igual a 0), medianos productores (entre 2 y 9 trabajos e índice de productividad mayor que 0 y menor que 1) y grandes productores (10 o más trabajos e índice de productividad igual o mayor que 1) (Gonzales de Dios et al., 1997).

Colaboración en las Publicaciones:

Este índice es utilizado para determinar la actividad y cooperación científica habida entre instituciones o grupos de científicos, ya que el número de artículos producidos por dichos colectivos es proporcional a su actividad investigadora, y por tanto, se puede considerar como un índice de ésta. Además, la frecuencia relativa del número de trabajos escritos en colaboración entre grupos es proporcional al grado de cooperación científica del grupo, y proporciona un índice de dicho grado de cooperación.

2.3.1.1.1. Indicadores de impacto científico

Desde el trabajo de Krauze y Hillinger en los estudios bibliométricos se distingue entre «citas» (que una publicación recibe de otras posteriores) y «referencias» (que una publicación hace de otras anteriores). El análisis de citas y referencias es uno de los capítulos más desarrollados de la bibliometría, que se utiliza, entre otros objetivos, para estudiar el uso de información científica en un país o por parte de un autor, institución, revista, etc. Estos indicadores se apoyan en el

supuesto de que los trabajos importantes son usualmente citados, mientras que los irrelevantes se ignoran. (Gonzales de Dios et al., 1997).

Indicador del impacto de los Trabajos. (Número de Citas Recibidas)

Este indicador se ha convertido en la parte esencial de la evaluación de las actividades científicas. Es el más profusamente utilizado y también el más controvertido. Las referencias que contienen las publicaciones científicas a trabajos previos son al propio tiempo “citas” desde el punto de vista de éstos. El sistema de citas es el medio que permite al autor escribir artículos concisos y sin repeticiones, ya que, en esencia, las citas que recibe la literatura primaria implican una conexión entre los documentos, uno que cita y otro que es citado, con lo que se reconoce que algunos trabajos previos son adecuados para ser citados por sus méritos propios al ser su temática pertinente con el tema del trabajo citante (Moravcsik citado en Sancho Lozano, 1990).

Indicadores de Impacto de las Fuentes. (Impacto SJR)

El SCImago Journal & Country Rank (Impacto SJR) es un portal que incluye las revistas y los indicadores científicos a partir de la información contenida en la base de datos Scopus (Elsevier). Estos indicadores se utilizan para evaluar y analizar las publicaciones científicas. La plataforma debe su nombre al trabajo desarrollado por el Grupo SCImago que desarrolló su métrica científica Impacto SJR. SJR proporciona un índice de calidad relativo de las revistas incluidas en la base de datos Scopus a partir de 1996, realizando un cálculo de citas recibidas a artículos de una revista para un periodo de 3 años. Journal Citation Reports (JCR) de Thomson Reuters, que realiza este mismo cálculo pero en un período de 2 años. Sin embargo, SJR da más valor a las revistas que tiene un alto prestigio (gran cantidad de citas, sin autocitas). El cálculo contempla todos los documentos existentes en la revista, no sólo los artículos citables como se hace en JCR. (Borja González, Guerrero Bote y Moya Anegón, 2009).

Actualmente, los indicadores en la actividad científica están en el centro del debate sobre la vinculación entre los avances de la ciencia y la tecnología y el

progreso económico y social. Durante mucho tiempo la atención se concentraba en la medición de insumos tales como los gastos y el personal de investigación y su desarrollo, pero el interés se ha ido desplazando cada vez más hacia los indicadores bibliométricos de los resultados, convirtiéndose en algo fundamental (Moed citado en Macías Chapula, 1997).

2.4. Comunicación científica.

La comunicación entre personas ha ido evolucionando a lo largo del tiempo conforme ha evolucionado la ciencia y la técnica de la transmisión de la información, y ha superado barreras hasta hace poco insalvables como las de tiempo y espacio (Caldera Serrano y Zapico Alonso, 2004).

En este sentido, todos los modelos de comunicación universalmente aceptados cuentan con cuatro elementos comunes: el emisor, el receptor, el mensaje y el canal. En el caso de la comunicación científica, podríamos decir que esto se traduce en: el investigador, el lector, los resultados a comunicar y el medio en que pretende divulgar.

La comunicación científica se sitúa en el propio corazón de la ciencia. “Es tan vital para ella, como la propia investigación, pues no le cabe reivindicar con legitimidad este nombre, en tanto no haya sido analizada y aceptada por los pares; eso exige necesariamente, que sea comunicada” (Meadows citado en Córdoba González, 2010). En este sentido Borgman menciona que la comunicación científica “es el estudio de cómo los investigadores de cualquier campo utilizan y difunden información a través de canales formales e informales” (Borgman citado en Córdoba González, 2010). Los canales formales corresponden a la información publicada (es decir, hecha pública), como la que contienen libros y publicaciones, y que suele estar disponible durante largos períodos para un amplio público. Los canales informales son más efímeros y están limitados a ciertos destinatarios. Ejemplos notables de éstos son la comunicación oral y la correspondencia personal (Meadows, citado en Russell Barnard, 2001). Y los medios informales se

distinguen de los canales formales en que permiten una interacción más inmediata entre el emisor de la información y el receptor.

La comunicación científica posee características, que se pueden definir de la siguiente forma. Se convierte en un ciclo, que va desde el momento en que se investiga hasta que se vuelve a utilizar la información que transmitió los resultados de aquella investigación, y se expresa según tres elementos clave. a) el vehículo empleado, esto es canales formales o informales; b) la naturaleza de la información, que puede ser publicada o no, arbitrada o no, y con características científicas o divulgativas según la intención que se tenga; c) el público final, porque pueden ser los mismos científicos o los tecnólogos que aplicarán el conocimiento generado, o el público general, que va a recibir la novedad de la información provista mediante el vehículo escogido por el comunicador. Así, la ciencia llegará a diversos actores, por diversos medios o canales para los fines que la sociedad tenga dispuesto. Pero todo ello conduce a hacerla visible, a que se logre aplicar el conocimiento generado y que se transmita efectivamente su contenido (Córdoba González, 2010).

En 1974 Meadows escribía que la investigación relevante sobre el sistema de comunicación en ciencia se encontraba dispersa en diferentes disciplinas, por lo tanto, era desarticulada y difícil de localizar, dando testimonio de la naturaleza multidisciplinaria de la comunicación científica en esa época. En este sentido, la aportación de Garvey W. y Griffith B. al conocimiento de la comunicación científica ha sido significativa. Ellos describían su modelo de la comunicación científica, basado en los procesos formales e informales de comunicación observados, principalmente en el campo de la psicología, pero ratificado en otras disciplinas (Garvey y Griffith citados en Almada Navarro, 2006). El eje central de este modelo, es el artículo publicado en la revista científica impresa. En este modelo se aprecia una secuencia principalmente lineal, en la cual las primeras etapas corresponden a los procesos informales de comunicación durante el proceso de investigación, y las primeras diseminaciones de resultados por medio de informes preliminares y a través de seminarios y otras reuniones de especialistas.

La comunicación formal se cumple mediante la publicación de un artículo en una revista especializada, previa validación a través de la revisión por pares, los siguientes pasos corresponden al reempaquetamiento de información para lograr una mayor difusión de la publicación del artículo y el proceso termina con la cita del artículo en otro trabajo científico. El cual retroalimenta el ciclo de la producción, comunicación y aplicación de información científica (Almada Navarro, 2006) (Figura 1).

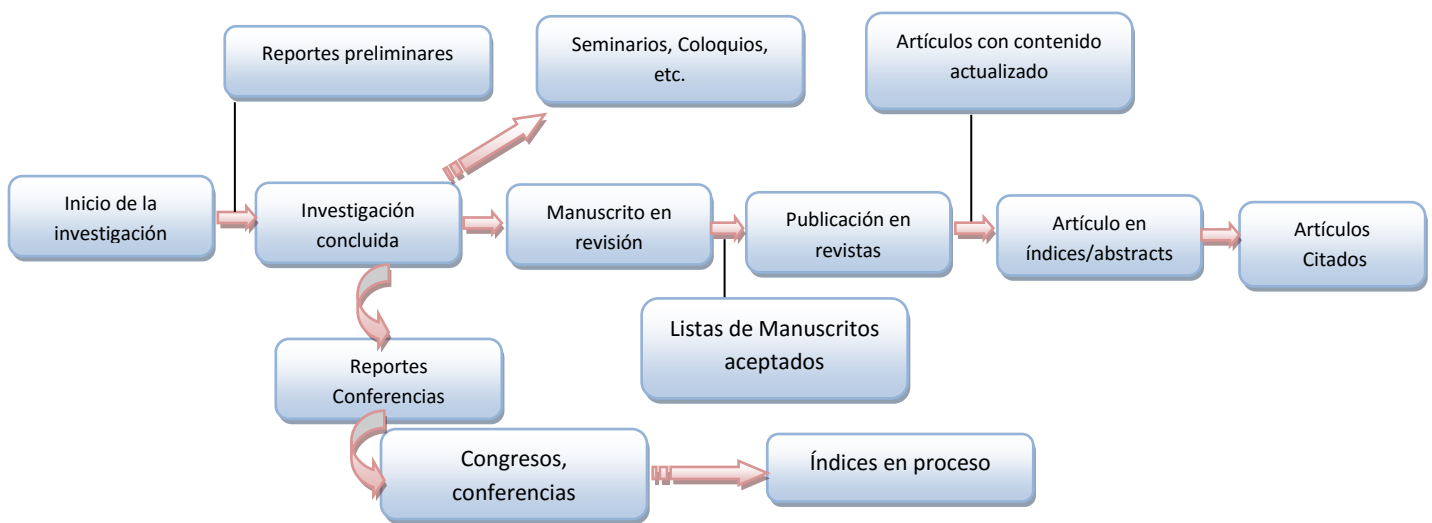


Figura 1. Modelo de comunicación formal e informal de Garvey-Griffith 1972.

(Adaptado de Hurd, 2000)

Anteriormente la comunicación informal se daba entre los miembros de los colegios invisibles; y el carácter informal lo otorgaban los medios utilizados para llevar a cabo esta actividad. Los canales informales son más efímeros y están limitados a ciertos destinatarios. Ejemplos notables de éstos son la comunicación oral, la correspondencia personal, las reuniones o las llamadas telefónicas; de tal forma que el intercambio quedó registrado únicamente en las mentes de los protagonistas o a través de misivas de índole privado. Los canales formales corresponden a la información publicada (es decir, hecha pública), como la que contienen libros y publicaciones, y que suele estar disponible durante largos períodos para un amplio público, alcanzando a toda persona que pudo pagar el

costo de adquirir las publicaciones, o tener acceso a ellas a través de bibliotecas especializadas (Russell Barnard, 2001).

La forma más común y reconocida a nivel mundial para la divulgación del conocimiento ha sido la publicación, ya sea en revistas científicas o de divulgación, y su comportamiento es analizado por los estudios métricos, en sus diferentes modalidades (bibliometría, informetría, cienciometría, webometría, etc.), con el fin de cuantificar el fenómeno comunicativo y describir las dinámicas que presentan de los investigadores a través de sus producciones. Es por ello que la revista científica se convierte en el vehículo de la ciencia por excelencia (Córdoba González, 2010).

No obstante, han aparecido nuevas formas de comunicación científica. La comunicación electrónica a través de la plataforma Web que impera hoy en día, va cambiando las formas de comunicación entre científicos, de tal suerte que los confines de los dos espacios que previamente ocupaban la comunicación informal y la formal, se van desvaneciendo y se observa un claro acercamiento entre ellos. Esto ocasiona la existencia de nuevas formas de comunicación que podemos llamar híbridos o mixtos, que combinan ciertas características que antes se asociaban con una u otra forma de comunicación (Russell Barnard, 2007) (Figura 2).

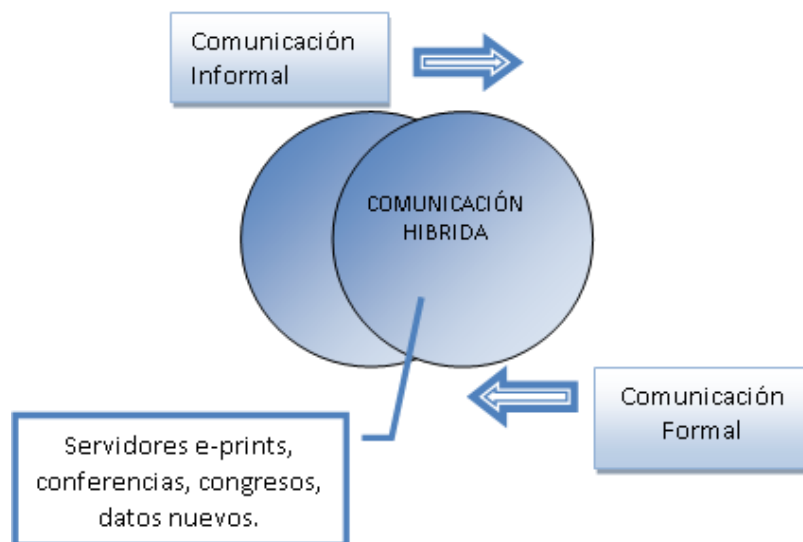


Figura 2. La comunicación científica en el entorno mixto (Russell Barnard, 2007).

Como podemos apreciar, los dos mundos de comunicación se han superpuesto a través del uso de la web y los medios electrónicos en general, las tecnologías de la información y la comunicación han generado nuevas oportunidades, dando origen a un nuevo espacio de comunicación que combina elementos de las dos formas tradicionales (Russell Barnard, 2001). Pues las innovaciones tecnológicas han transformado la manera en que se procesa, se guarda, se accede, se comparte y se analiza la información. Ya que el Internet y el sistema World Wide Web proporcionan acceso a materiales derivados de muchas formas tradicionales de literatura científica y técnica, como artículos individuales, publicaciones, boletines, bases de datos bibliográficos, conjuntos de datos, directorios, informes institucionales, legislación y normas, así como sistemas interactivos innovadores (Vickery citado Russell Barnard, 2001).

Dos características de nuestra sociedad que no podemos dejar de lado, es el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y el aumento exponencial de la información, aportan cambios de gran alcance a los sistemas de comunicación científica. Esto influye no solo en la manera en que se intercambia la información sino también en las instituciones responsables del procesamiento y distribución de la información. Las TIC también cambiaron el papel tradicional de los científicos al ofrecerles la opción de “publicar” sus trabajos en la red puesto que son productores de información, y a la vez que actúan como sus propios correctores editores. Hecho que influye en la estructura del sistema de comunicación de los científicos, pues hoy en día la manera más asequible para poder comunicarse es a través de las TIC, al grado de que los e-prints, ya se han convertido en el principal método para informar sobre nuevos hallazgos para los investigadores en campos como las matemáticas, la física, la informática y la lingüística (Russell Barnard, 2007).

Las nuevas comunicaciones entre científicos, dieron un vuelco totalmente diferente al proceso de publicación impreso con las nuevas tecnologías de la información. Julie Hurd (2000), en su obra *“Transformation of Scientific Communication: a model for 2020,”* fue muy precisa al mostrar e idear este modelo

para el año 2020 (Figura 3). No obstante, debido al creciente desarrollo tecnológico, este modelo ha podido ser implementado actualmente.

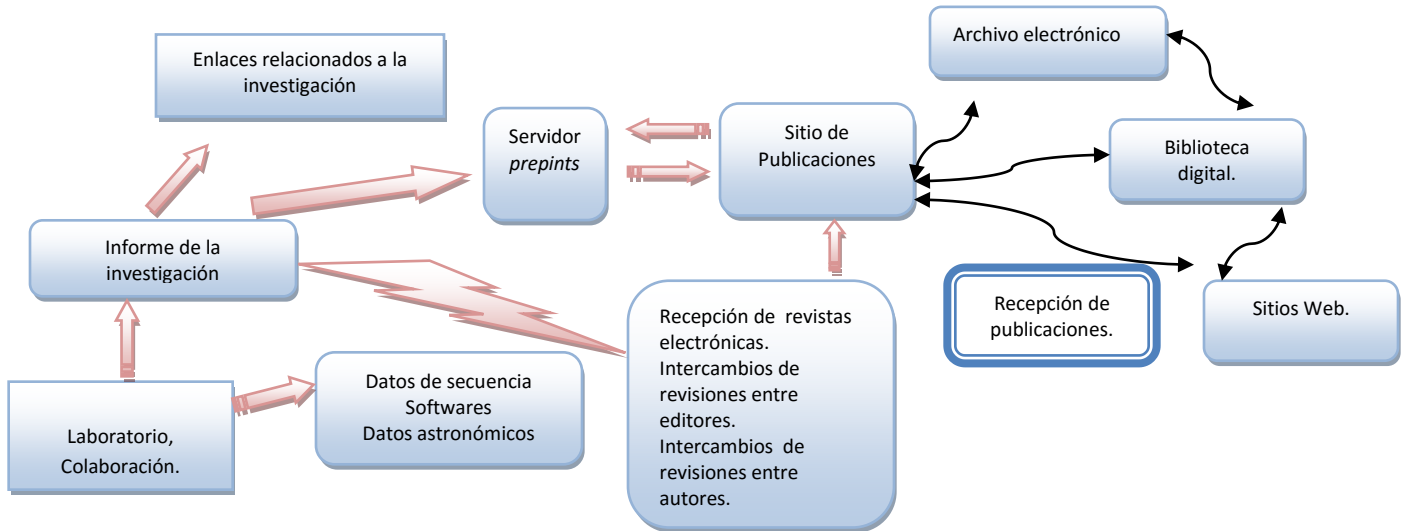


Figura 3. Comunicación científica: Un modelo para el 2020.

(Adaptado de Hurd, 2000)

Por otro lado, la implementación de diversas herramientas tecnológicas, ha provocado que las funciones que desarrollan los actores que intervienen en la publicación de artículos científicos, cambien radicalmente, ya que la evolución en las formas de comunicación científica, se perciben de manera diferente, influenciada por el ambiente tecnológico, que permite interacciones más amplias entre los científicos y la información. Pues gracias a estas herramientas, actualmente la colaboración entre investigadores de diferentes latitudes permite la generación de conocimientos más amplios, propiciado un aumento de la colaboración en los esfuerzos de investigación y de la labor académica a nivel global. La colaboración entre colegas es un desafío para la comunidad científica. A pesar de que la sola tecnología no obligará a cooperar a quienes no estén dispuestos; sin embargo, puede proporcionar el entorno necesario para facilitar este proceso (Russell Barnard, 2001).

2.5. Política científica

La importancia de la ciencia y la técnica en pleno siglo XXI está fuera de discusión. La ciencia y la tecnología se difunden por el mundo a un ritmo acelerado, en estrecha relación con los procesos económicos; políticas sociales y políticas globales de desarrollo. La tecnología se ha convertido en un factor de poder en las relaciones internacionales, pues ambas son procesos sociales encaminados al propio desarrollo de la humanidad (Suárez Rodríguez, 2012).

“Las relaciones entre la ciencia y el Estado, las funciones que éste asume y los poderes que ejerce respecto a la primera, se condensan y culminan en la *política científica*. Ésta engloba el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades de los poderes coexistentes en una sociedad y época dadas, con tendencia ya sea a ignorar o subestimar, o a obstaculizar, ya sea a promover y estimular, el progreso de la investigación científica, y la aplicación de sus productos con referencia a objetivos de diferente naturaleza” (Dedijer citado en Kaplan, 2002).

Por otro lado, la política científica puede ser de carácter nacional o gubernamental. La política científica nacional se constituye mediante el conjunto de políticas científicas correspondientes a los actores y las unidades de los subsistemas político, social, productivo, cultural, educativo, y científico. Mientras que la política científica gubernamental se configura como conjunto de medidas de intervención de los poderes públicos, para frenar o estimular el avance de la ciencia y, con él, un tipo particular de progreso socioeconómico y político que se considera deseable (Kaplan, 2002).

Conforme a lo anterior, las políticas de ciencia y tecnología siempre constituyen una de las bases más importantes del crecimiento económico y son un factor fundamental para el bienestar de las sociedades contemporáneas. La política de ciencia y tecnología es de interés para la sociedad y el estado, ya que éstas deben servir para la reflexión y el debate sobre el curso del desarrollo de un país. Pues hoy en día nos encontramos en una época en que el conocimiento, la tecnología y la innovación son vistos como factores de la producción.

En este sentido, Chapela Castañares (2006) menciona que de acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) los tres elementos que caracterizan a las economías basadas en el conocimiento son:

- La distribución del conocimiento. Que se logra a través de las redes formales e informales de intercambio de información.
- El empleo. Basado en el conocimiento intensivo y la maximización de los elementos tecnológicos a favor de la producción.
- El sistema de ciencia. Formado por las instituciones que fomentan la producción, transmisión y transferencia de conocimiento.

Sin embargo, para que las políticas tengan verdadera eficacia, requieren de la convergencia formativa, administrativa, técnica y de gestión; abarcando por completo todo lo referente al ámbito del proceso de innovación, y desarrollo continuo, lo cual implica el fomento en la formación de científicos de alta calidad, el establecimiento de infraestructura de investigación, el fomento de la inversión privada en investigación y desarrollo, la promoción de mecanismos de financiamiento público y privado para el desarrollo de nuevos productos, entre otras tareas que han de realizarse de forma altamente articulada y estructurada.

2.5.1. Política científica en México

Uno de los puntos de referencia para valorar la política científica en México, ha sido la creación del organismo rector de las políticas en esa materia: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). No obstante, como sostiene Rosalba Casas (Casas citado en Cabrero et al., 2006), también es cierto que el interés del Estado por elaborar una política al respecto, no comienza con la creación del CONACYT en los años setenta, antes de esa fecha ya se habían creado estructuras gubernamentales y registrado acciones para formular una política científica; incluso antes de que los organismos internacionales hicieran las recomendaciones del caso.

Cabe señalar que a partir de los años setenta se destaca un esfuerzo constante con la formulación de una política científica y tecnológica a través del organismo creado para tal propósito. La exposición de motivos para la creación del CONACYT, en su parte sustantiva, argumentaba diferentes razones para la creación del organismo. Una de ellas se refería claramente, al papel de la ciencia y la tecnología en el progreso del país. Se indicaba que sus resultados se deberían convertir en un instrumento de desarrollo general, y al mismo tiempo deberían asegurar la independencia económica de la nación y su participación a nivel regional e internacional (Cabrero Mendoza et al. 2006). Por esta razón, cuando se creó el CONACYT lo hizo para cumplir dos grandes conjuntos de funciones: las de asesoría al ejecutivo federal y funciones de ejecución de la política científica y tecnológica. Pues de acuerdo a Nadal (Nadal citado en Cabrero et al. 2006), los esfuerzos de los años setenta, ya con el CONACYT como principal instancia de impulso de las políticas, se concentraron en cuatro grandes líneas: a) formación de recursos altamente calificados, con lo que inició un programa sistemático de formación de recursos en el extranjero; b) un amplio programa de investigación en diferentes áreas y problemas (salud, demografía, recursos forestales, alimentación, etcétera); c) un diagnóstico del estado de la Ciencia y la Tecnología; d) la creación de una infraestructura científica, con la instauración de los primeros centros de investigación especializados.

Para la década de 1980, la política científica y tecnológica se caracterizó por una especial preocupación en la creación de infraestructura y equipamiento, en la creación de institutos especializados y universidades, así como en la ampliación del número de estudiantes de posgrado y de científicos a nivel nacional. Este proceso de crecimiento tuvo un financiamiento casi exclusivo del Estado (Cabrero Mendoza et al., 2006). Del mismo modo, a la mitad de la década se crearon diferentes instancias y normas de fortalecimiento en ciencia y tecnología. Pues se expidió la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico, la Comisión para la Planeación y el Desarrollo Tecnológico y Científico, y una normatividad para establecer estímulos fiscales para el fomento científico (Casas Guerrero y Dettmer citados en Canales Sánchez, 2007).

En la década de los noventa, no se abandonó la idea de seguir consolidando la infraestructura y la formación de recursos humanos, pues la política en ciencia y tecnología se fortaleció mediante la introducción de sistemas de evaluación por pares y surgieron además, aunque incipientemente, algunos mecanismos de financiamiento mixto público-privado; aunque la participación del sector privado manifestó un importante rezago. A partir de 1999 se aceleró el proceso de recomposición del sector con la expedición de la nueva Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, la cual le dio un nuevo enfoque orientado hacia una mayor vinculación con el sector productivo y la competitividad. Además se crearon nuevos mecanismos de financiamiento (Cabrero Mendoza et. al, 2007).

En la transición de los años noventa y la época actual, también se han llevado a cabo importantes cambios normativos en la política del sector, mediante la Ley de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica de 1999; el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECIT) en 2001; la expedición de la Ley de Ciencia y Tecnología en 2002, la cual retomó muchas de las orientaciones y mecanismos de financiamiento diseñados en 1999, pero modificó sustancialmente el diseño institucional del sector; la reforma del 2004, que establecía destinar un gasto nacional no menor al uno por ciento del PIB en ciencia y tecnología; así como la reforma a la Ley Orgánica del CONACYT en el mismo periodo (Canales Sánchez, 2007).

De manera reciente, mediante el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) presentado en 2014 por la actual administración, el gobierno federal expresa cinco grandes objetivos: a) contribuir al crecimiento de la inversión nacional en ciencia, tecnología e innovación; b) formar capital humano altamente calificado; c) fortalecer el desarrollo regional; d) fomentar la vinculación con el sector productivo; e) fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país (CONACYT, 2014).

En su conjunto, son numerosas las regulaciones que se han establecido en materia de ciencia y tecnología; y entre ellas, resaltan los ordenamientos

normativos, el propósito de una apertura y coordinación del proceso de elaboración de las políticas, así como una tendencia a fomentar el desarrollo regional y una preocupación por la innovación tecnológica (Canales Sánchez, 2007). Pues entre otras cuestiones, este ordenamiento estableció nuevas instancias de participación y consulta para el diseño de la política científica y tecnológica, incorporó nuevos actores en el proceso, estableció un porcentaje fijo del producto interno bruto (PIB) para el sector y modificó el entramado institucional, tanto de manera sectorial como intergubernamentalmente; en particular, le otorgó al CONACYT una nueva posición dentro de la administración pública federal al considerarlo como un órgano descentralizado del Estado, no sectorizado, con autonomía técnica, operativa y administrativa y con facultades de coordinador de sector, tarea reservada de manera exclusiva hasta entonces a las secretarías de Estado. Finalmente es necesario precisar que los instrumentos de intervención tanto del Estado como de la iniciativa privada deberían orientarse prioritariamente a buscar resultados directos sobre la competitividad del país (Cabrero Mendoza et. al, 2007).

CAPÍTULO 3. Producción, impacto y colaboración de CIMMYT, COLPOS e INIFAP.

3.1. Metodología.

En este capítulo se describe la metodología seguida para lograr los objetivos planteados, los cuales pretenden llevar a cabo un análisis comparativo que determine el nivel de comunicación, colaboración e impacto de la literatura científica producida por las instituciones nacionales de investigación agropecuaria COLPOS, INIFAP y CIMMYT durante los años 1981-2010.

Para la elaboración de la tesis se utilizaron indicadores bibliométricos que constituyen una herramienta fundamental en la evaluación científica. “A partir del empleo de métodos directos e indirectos de evaluación, es posible obtener una serie de indicadores bibliométricos que den cuenta de determinada actividad científica, así como los hábitos, necesidades y uso que hacen de la información los distintos colectivos de investigadores” (Lascurain Sánchez, 200, pág. 9). El empleo de los indicadores bibliométricos presenta una serie de ventajas; una de ellas es que pueda ser aplicada en un gran volumen de datos, lo que posibilita la obtención de datos cuantitativos, y una de sus desventajas, para Sancho (1990) sería que “las limitaciones de los indicadores derivan, fundamentalmente, del hecho, de estar basados en la investigación publicada, ignorando otras formas de comunicación” (Sancho, citado en Lascurain Sánchez, 2001, pág.11).

3.1.1. Delimitación del objeto de estudio.

Con el fin de comparar tres instituciones dedicadas a la investigación en el área de las Ciencias Agrícolas, se decidió tomar en cuenta a INIFAP, COLPOS y CIMMYT. Pese a que las tres tienen diferentes misiones, metas y objetivos, en México son las más representativas a nivel nacional e internacional; INIFAP es una institución de investigación y desarrollo tecnológico a cargo del gobierno federal para los sectores agropecuario y forestal a nivel nacional. COLPOS al estar estrechamente ligada al sector educativo, tiene como función primordial formar recursos humanos del más

alto nivel científico y tecnológico a nivel de doctorado y maestrías; ejemplo de esto, es que imparte más de 20 programas de postgrado en Ciencias Agrícolas; y finalmente CIMMYT, que es una institución a nivel internacional sin fines de lucro, está dedicada a la investigación científica y a la capacitación técnica. INIFAP y COLPOS abarcan todas las áreas de las ciencias agrícolas; mientras que el CIMMYT se enfoca solamente a la Agronomía, específicamente al estudio del Maíz y el Trigo.

La investigación tomó en cuenta las publicaciones registradas en la base de datos Scopus de estas tres instituciones, situadas en la República Mexicana, durante un período de treinta años, para así determinar el desarrollo e impacto de su producción científica, así como su participación en las redes de colaboración en las Ciencias Agrícolas del país y del extranjero.

3.1.2. Delimitación de área del conocimiento.

El objeto de este estudio es conocer la producción científica y el nivel de colaboración de INIFAP y COLPOS, las cuales son instituciones mexicanas; en relación con CIMMYT, que al ser una institución internacional juega un papel fundamental en la generación de redes de colaboración científica en el sector de las Ciencias Agrícolas. Se eligió la base de datos Scopus de Elsevier, ya que tiene un alto índice de títulos en Ciencias Agrícolas y un alto impacto en calidad y fiabilidad, pues ha demostrado contar con una amplia cobertura en países latinoamericanos, asimismo conserva la relación entre autor e institución.

La producción científica en este estudio se limitó a aquella que se publicó en forma de artículos en revistas científicas nacionales e internacionales. Debemos ser conscientes de las limitaciones que podemos encontrar en esta base de datos, ya que los resultados pueden variar de un año a otro, ya que Scopus está constantemente indexando nuevos contenidos (revistas, libros, conferencias, etc.), mismos que incluso pueden ser indexados de manera retrospectiva. (Véase Anexo 1).

3.1.3. Delimitación del período de estudio.

Para este estudio se tomó en cuenta un periodo de tiempo de 30 años (1981-2010), los datos obtenidos fueron representativos; ya que contemplan y reflejan la productividad y el impacto de la literatura científica de las tres instituciones. Sin embargo es importante aclarar que Scopus tuvo una limitante en relación a su cobertura histórica; debido a que los datos que dicha base nos arrojó respecto a COLPOS fueron a partir del año de 1996 (*Véase Anexo 1*).

3.1.4. Delimitación del tipo de documento.

Se decidió tomar en cuenta todos los documentos presentes en la base de datos Scopus en el período de estudio propuesto, aunque en los resultados podremos darnos cuenta que los documentos más representativos son los artículos de revistas, debido a que este medio es el más recurrente para dar a conocer la investigación original en el ámbito científico.

3.1.5. Fuentes y herramientas utilizadas.

Para obtener los registros bibliográficos de la producción científica se utilizó la base de datos Scopus. Asimismo, se utilizó SCImago Journal & Contry Rank (Impacto SJR) para determinar el Impacto de las revistas en que se publicaron los documentos de las tres instituciones.

De igual forma, por las ventajas en la separación, filtrado, normalización y conteo rápido de los datos, las herramientas que se utilizaron para llevar a cabo la depuración, normalización y los cruces entre variables, fueron Microsoft Office Excel y Microsoft Office Access (versión 2010). Y recíprocamente, para realizar el análisis y la visualización de las redes de colaboración se utilizó el Software Pajek, y un editor de textos (Block de notas Windows).

3.1.6. Estrategias de búsqueda y obtención de los documentos.

Aunque la base de datos Scopus tiene una menor cobertura que el Web of Science, cubre muy bien los años de mayor producción de INIFAP y CIMMYT; además, se tomó en cuenta la cantidad de títulos de revistas que Scopus tienen en adscripción sobre *Agricultural and Biological Sciences*, sumando la cantidad de 2,712 títulos de revistas, entre las que se encuentran revistas con un alto (SJR).

Se optó como estrategia de búsqueda para la obtención de los registros de las instituciones señaladas, realizando una búsqueda avanzada en Scopus por “Affiliation Search” de las instituciones, con el nombre abreviado o completo por las diferentes sedes que se encuentran en México, en español e inglés. Con este método se recuperaron para INIFAP 1,030 registros; en el caso de COLPOS se recuperaron 1,050 registros y finalmente para CIMMYT se obtuvieron 1,444 registros. Se revisaron minuciosamente en particular en el campo de dirección, al fin de asegurar que efectivamente correspondían a las instituciones y el país, para el período señalado; ya una vez recuperados los datos se unificó la base, haciendo una sola, para ello se le agregó un campo más que integra de forma abreviada el nombre de la institución correspondiente, según el caso: CIMMYT, COLPOS e INIFAP, con el propósito de normalizar y caracterizar la participación de las tres Instituciones; asimismo, se guardaron en formato Windows para llevarlos posteriormente a Excel donde se ordenó y normalizó la información.

Posteriormente se trabajó por separado el proceso de desegregación de datos y normalización de cada institución, de esta manera fue más viable trabajar con la información. Scopus es una base de datos reconocida y aceptada a nivel mundial para la obtención de indicadores bibliométricos y una de sus bondades es incluir las instituciones de adscripción de los autores; también fue necesario desagregar diferentes campos de autores, de dirección y categorías temáticas para determinar el nivel de colaboración e identificar los siguientes factores que fueron determinantes para el fin de esta investigación; por ejemplo, se identificó y se normalizó el nombre de los autores, primero equiparando las variables del nombre, posteriormente se eligió el nombre que más convenía para el manejo y creación de la matriz de redes

de colaboración; de igual forma, permitió identificar la relación autor-institución, y con qué instituciones trabajan en conjunto; además, se obtuvieron datos del impacto de los trabajos de las tres instituciones, como el índice de colaboración. Para saber el impacto que han obtenido las tres instituciones, se tomó en cuenta otro de los indicadores de importancia, las citas que obtuvieron los trabajos publicados de los investigadores que colaboran con INIFAP, COLPOS y CIMMYT; fue necesario el conteo anual de las citas por institución.

Para el análisis de las redes de colaboración científica se utilizó el software libre Pajek, en español “araña”, es un software para el análisis y visualización de redes sociales, su desarrollo, en la Universidad de Liubliana (República de Eslovenia); está a cargo de los matemáticos Vladimir Batagelj, y Andrej Mrvar y la contribución de Matjaz Zaversnik. Algunas de sus características:

- Disponibilidad gratuita
- Sirve para hacer representaciones mediante grafos y para este requiere que el archivo de entrada defina actores (nodos) y vínculos (edges)
- Puede manejar redes con cientos de miles de vértices
- Permite seleccionar la forma y tamaño del nodo
- Posee una gran cantidad de algoritmos para análisis de redes
- Puede exportar las redes a un gran variedad de formatos
- Su documentación de uso es de fácil acceso

Una vez que se descargó previamente de Internet, se abre una ventana en donde hay varias opciones, de las cuales se utilizaron: “Networks”. “Partitions” y “Vectors”. La estructura del archivo de datos de entrada para Pajek está basada en la representación de una red mediante un grafo.

El archivo consta de dos partes:

1. La definición de los actores. La definición de los actores empieza en la primera línea con el identificador *Vértices.
2. La definición de los vínculos. La definición de los vínculos va renglón seguido de la definición de los actores y empieza con un identificador "Edges.

Así mismo, para obtener indicadores de colaboración de las tres instituciones se adoptó el Índice de Colaboración (IC) propuesto por (Lawani, 1980). Esto es el número medio de autores por documentos obtenidos a partir de la proporción resultante entre el producto de la frecuencia de aparición de coautores por el número de documento con autoría múltiple entre el número total de documentos. Su formulación matemática se representa como: Colaboración científica (instituciones, países y autores). Tipos de colaboración interinstitucional (nacional e internacional) (Alvarado Urbizagastegui, 2012).

Dónde:

IC = Índice de colaboración

J_i = Frecuencia de i coautores en colaboración

n_j = Número de documentos j publicados en colaboración por i autores

N = Número total de documentos

$$IC = \sum_{i=1}^N \frac{J_i n_j}{N}$$

Por lo tanto fue posible la aplicación de la bibliometría, ésta entendida "como el conjunto de métodos utilizados en el estudio o en la medición de textos e información, se establece la coautoría de documentos científicos como una manifestación cuantificable de la colaboración entre investigadores, instituciones y países" (Russell Barnard, 2009). Que a través del análisis de los elementos bibliográficos de autoría de los artículos, compuestos por nombres y afiliaciones

institucionales, se identifican las redes de colaboración en la ciencia, desde sus distintos niveles, locales, regionales o internacionales.

3.2. Resultados y discusión.

3.2.1. Características de las tres instituciones.

El Cuadro 1 es un comparativo que muestra las características particulares de las tres Instituciones. El CIMMYT, cuenta aproximadamente con 180 investigadores y con cerca de 700 empleados de apoyo distribuidos en 40 países de todo el mundo. En México tiene una sede que es uno de los 15 centros especializados en investigación del Grupo Consultor para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Las instituciones nacionales COLPOS e INIFAP, cuentan con una población bastante significativa, alcanzando en cosa de COLPOS 620 e INIFAP 884 investigadores; ambas instituciones cuentan con sedes en toda la República Mexicana, las cuales están permanentemente dedicadas a la investigación, conservación y mejoramiento de los recursos sustentables del país.

Por otro lado, el reporte de la lista de investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), muestra que es bajo el porcentaje de investigadores que están adscritos a él. En el caso de COLPOS, son 267 investigadores adscritos hasta 2012; lo cual representa el 34% del total de investigadores. INIFAP por otro lado, cuenta con 206 investigadores adscritos, que representan el 23.3%.

Cuadro 1. Información comparativa de las tres Instituciones CIMMYT, COLPOS e INIFAP.

Institución y Año de creación	Núm. de Investigadores	Sistema Nacional de Investigadores (SNI)-2012	Proyecto de investigación	Financiamiento	Núm. de sedes foráneas
Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) 1966	180 investigadores especializados en maíz y trigo, que provienen de más de 40 países. Y 700 empleados de apoyo	El CIMMYT, no se encuentra en la lista del Sistema Nacional de Investigadores. Se deduce que sus investigadores no están adscritos por tratarse de una Institución Internacional y no Nacional	*Investigación sobre maíz. *Investigación sobre trigo. *Agricultura de conservación. *Germoplasma. Socioeconomía.	Patrocinadas por organismos internacionales y regionales de desarrollo, gobiernos nacionales, fundaciones privadas y el sector privado. Banco Mundial, los Estados Unidos de Norteamérica, Suiza, la Comisión Europea, la Fundación Rockefeller y el Japón. El gobierno de México, igual que los gobiernos de otros países donde el CIMMYT tiene oficinas, aporta recursos importantes.	Cuenta con cinco estaciones experimentales en México con sedes en: Texcoco, Estado de México; en Hermosillo Sonora; en el Estado de México; Morelos; Puebla. Es uno de los 15 centros especializados en investigación del Grupo Consultor para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) en todo el mundo. Y 18 oficinas en distintos países del mundo en desarrollo.
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS) 1959	620 investigadores	267	*Manejo sustentable de recursos naturales. *Agroecosistemas sustentables. *Conservación y mejoramiento de recursos energéticos. *Desarrollo rural sustentable. *Comunidades rurales agrarias, ejidos y conocimiento local.	Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA).	Cuenta con 7 sedes nacionales en: Champotón Campache ; Montecillo, Texcoco; Puebla, Pue.; San Luis Potosí, S.L.P.; Amatlan de los Reyes, Veracruz.; Cárdenas, Tab. y Tepetates, Ver.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) 1985	884 investigadores 19% tienen nivel de licenciatura, el 49% maestría y el 32% Doctorado.	206	*Conservación y mejoramiento de ecosistemas forestales. *Relación agua, suelo, planta y atmósfera. *Buscan generar soluciones a los problemas agropecuarios y forestales.	Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA).	Cuenta con 8 Centros de Investigación Regional (CIR'S) y 38 campos experimentales. Así mismo, cuenta con 5 Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID'S).

Fuentes. Colegio de Postgraduados (2014) Disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/index.php/c-v-u-personal-academico#.VztoEPnhCM8> [Consultado 03-02-2014]
 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (2014) Disponible en: http://www.inifap.gob.mx/SitePages/inifap2015/Investigacion_Innovacion/Contenido/Investigadores_Subsector.aspx; [Consultado 03-02-2014]
 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (2014) Disponible en: <http://www.CIMMYT.org/es/>; [Consultado 03-02-2014]
 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2014) Sistema Nacional de Investigadores. Disponible en: <http://www.conacyt.gob.mx/SNI/Paginas/default.aspx>. [Consultado 03-02-2014]

3.2.2. Producción e impacto de la literatura científica de COLPOS, INIFAP y CIMMYT.

Haciendo la recuperación de la literatura científica a través de Scopus, el CIMMYT se muestra con 1,444 artículos, COLPOS con 1,050 e INIFAP con 1,030. De acuerdo con los resultados que arroja la presente investigación, el CIMMYT, COLPOS e INIFAP a lo largo de 30 años están posicionados en el ámbito de la Ciencias Agrícolas a nivel nacional e internacional de la siguiente manera (Véase *Figura 4*).

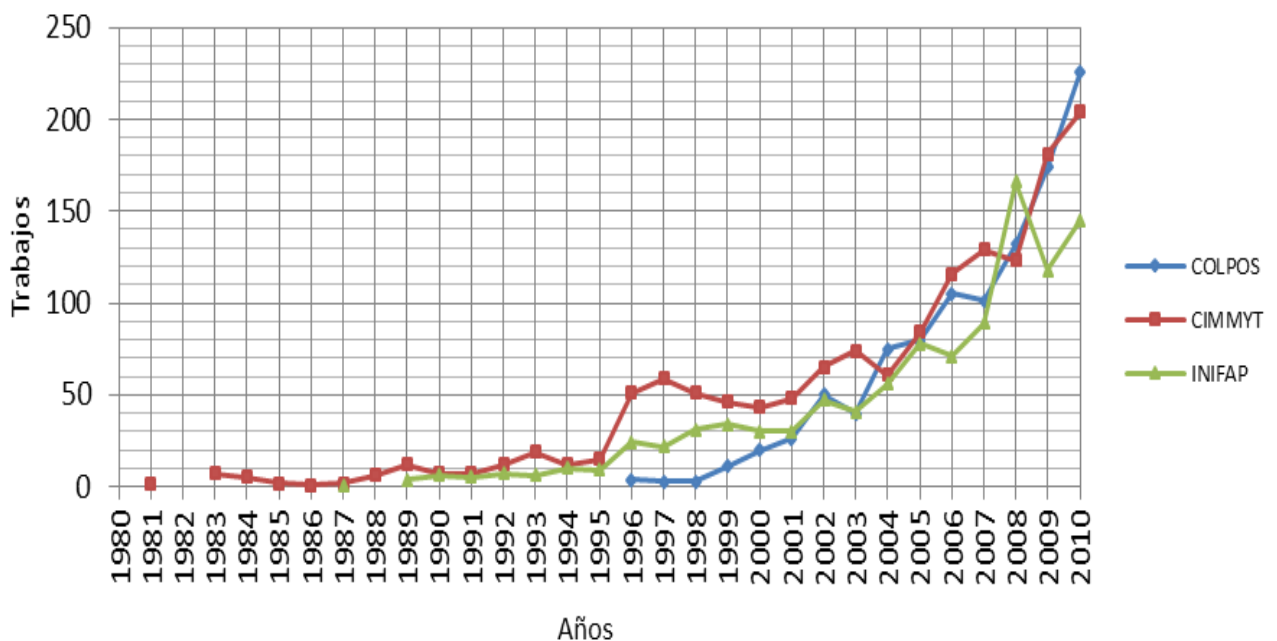


Figura 4. Producción científica del COLPOS, CIMMYT e INIFAP 1981-2010, por series anuales.

Se puede observar que los primeros años, hubo poca o nula producción científica de CIMMYT, pues en 1981 solo publicó dos trabajos, los cuales tuvieron una colaboración con Hanson, W.D. de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, y con Johnson, E.C. de CIMMYT-México. En 1982 no hubo producción científica, en 1983 se mostró solo con cinco artículos, entre ellos tenemos uno que destaca con 51 citas “*A quantitative scale of spike initial and pistil development in barley and wheat*” por Waddington S.R., Cartwright P.M. y Wall P.C.

Los años posteriores a este, la producción varía entre uno y doce trabajos publicados hasta 1993. Por esa época la agricultura mexicana tuvo una tasa de crecimiento del 5.9% anual; sin embargo, esto duró poco, se presentó una caída del PIB agrícola en el período de 1982-1987, la recuperación de dicha crisis pudo impactar en el desempeño posterior que tuvo CIMMYT al ir incrementando su producción científica. Asimismo, se puede decir que por la falta de una política económica en el país, este sufrió transformaciones importantes, y con ello INIFAP y COLPOS se sumaron al desafío que había dejado la crisis agroalimentaria del país.

Ahora bien; en el caso de COLPOS, se puede observar que los períodos de mayor producción son los años de 2005 al 2010, con 818 trabajos, los cuales representan el 78% de la producción total lograda por la institución. Así también CIMMYT, en el mismo período obtuvo 837 trabajos, que corresponden al 58% del total de sus trabajos recuperados en Scopus; y finalmente INIFAP, en estos mismos años, se muestra con 667 trabajos, los cuales representan el 65% de su producción científica. Previo a 2005, la producción de trabajos es variada, ya que de 1996 a 2004 COLPOS publicó de 4 a 75 trabajos por año, CIMMYT muestra de 1981 a 2004 una producción de 2 a 61 trabajos anuales; y de 1987 a 2004 INIFAP de 1 a 56 trabajos. Cabe destacar que en el último año de estudio COLPOS rebasó a CIMMYT en cuanto al número de artículos publicados.

En cuanto al impacto de citas logradas por las tres instituciones éstas dan un total de 44,118 citas hasta el año 2010, las cuales están distribuidas de la siguiente manera; los trabajos de CIMMYT que corresponde de 1981 a 2010, obtuvieron un impacto de 31,308 citas, COLPOS de 1996 a 2010, logró 3,899 citas y por último INIFAP en el período de 1987 a 2010, alcanzó 8,911 citas. En la Figura 5, se puede observar la distribución de las citas por año de producción. Comparando a CIMMYT con las dos instituciones nacionales, se puede observar una diferencia significativa en cuanto al impacto obtenido en sus trabajos; no obstante, el total de citas logradas en los trabajos de las instituciones nacionales, están por arriba de los mil, aunque manejan un período de tiempo más corto, la participación de

COLPOS e INIFAP ha sido destacada para la investigación en Ciencias Agrícolas del país. La gráfica se llevó a escala logarítmica para manejar los datos en un mismo plano y por un período de 4 años.

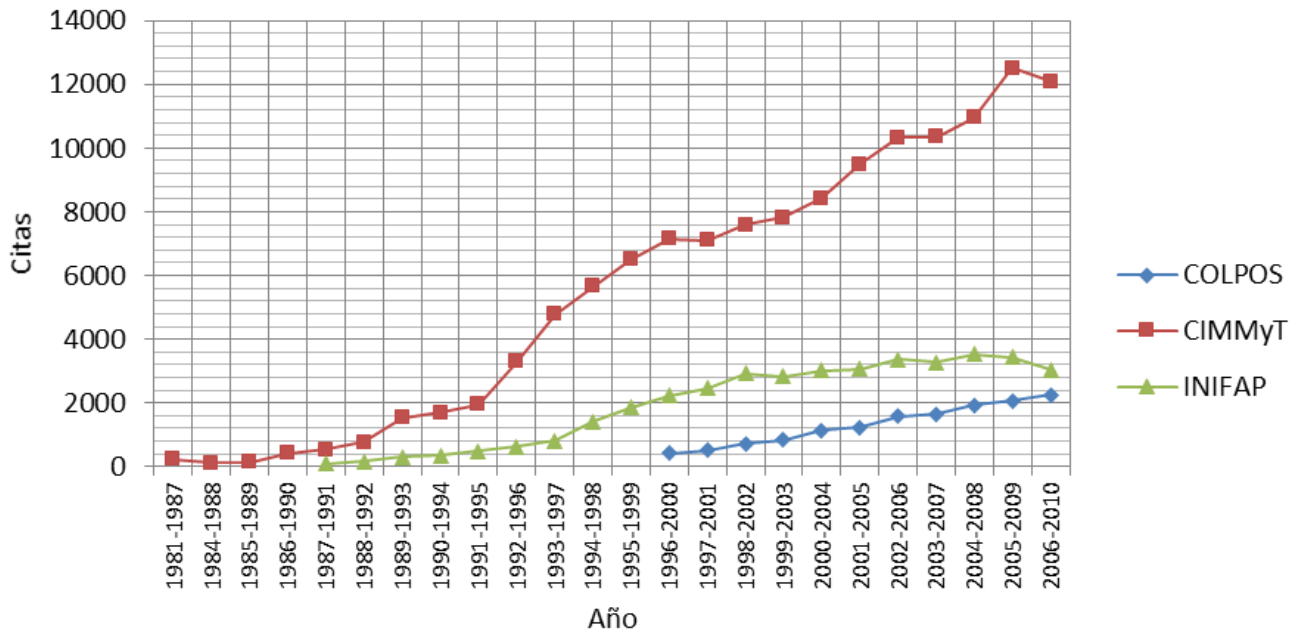


Figura 5. Citas recibidas por los documentos publicados del CIMMYT, INIFAP y COLPOS 1981-2010.

A continuación, la Figura 6 muestra la evolución de los trabajos y citas por series anuales, donde podemos observar que la segunda mitad del período de estudio, los trabajos publicados por COLPOS generaron gran interés entre la comunidad científica del área, así lo demuestran las 3,899 citas que recibieron, pues a partir de 1998 con solo 3 trabajos se obtuvieron 74 citas, en 1999 con 11 (131 citas); en el 2000 con 20 (171 citas). Los años posteriores a éstos hubo algunos altibajos, pero sostienen muy bien el impacto mostrado a lo largo del período de estudio. La gráfica se llevó a escala logarítmica para manejar los datos en un mismo plano.

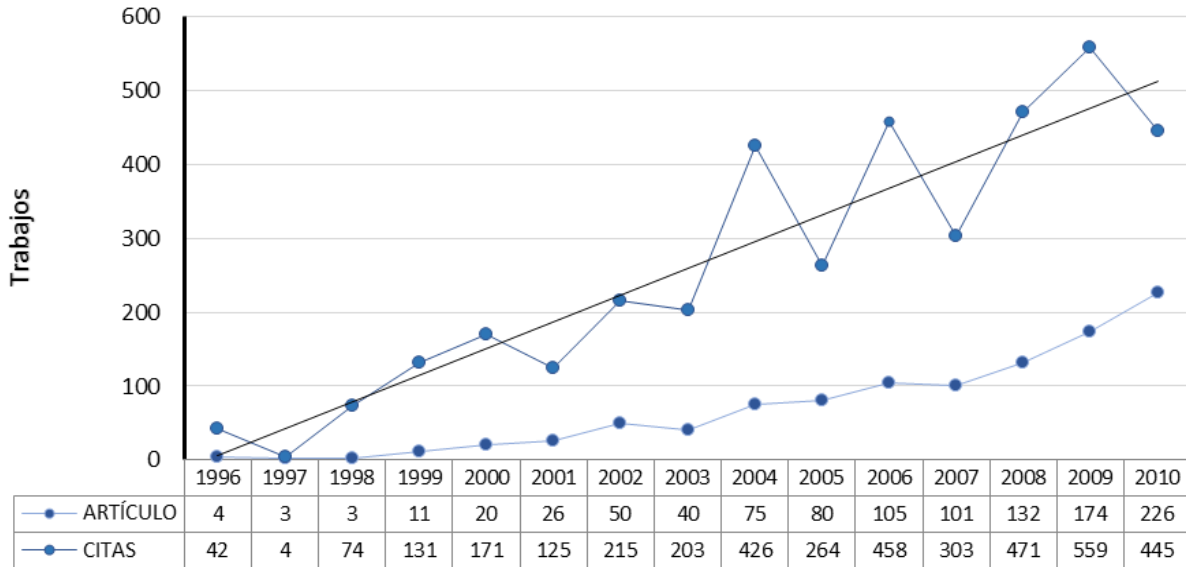


Figura 6. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de COLPOS, 1996-2010.

En el caso de INIFAP (Véase *Figura 7*), se observa que su producción e impacto científico, alcanzó la suma de 8,911 citas del total de su producción. De esta manera advertimos que en comparación con COLPOS el impacto con mayor trascendencia lo obtuvo a partir de 1996, con 24 trabajos publicados que tuvieron un impacto de 201 citas, los años posteriores logran sostener la continuidad alcanzada llegando a publicar hasta 145 trabajos en el 2010. La gráfica se llevó a escala logarítmica para manejar los datos en un mismo plano.

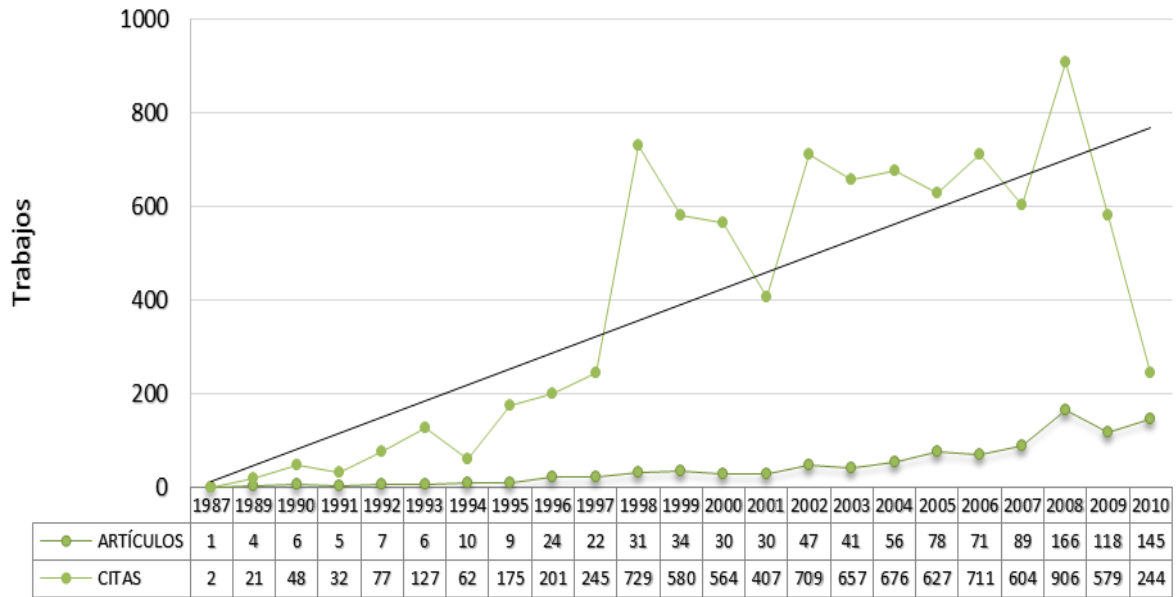


Figura 7. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de INIFAP, 1987-2010.

El CIMMYT en la Figura 8, muestra un impacto alto en comparación a sus citas obtenidas, esto se puede relacionar por la participación de sus investigadores para publicar en revistas con mayor impacto (SRJ) o que éstas, se encuentran dentro de los primeros cuartiles de revistas; otro de los factores, es el idioma ya que se muestra más del 90 % de sus trabajos publicados en inglés. Si observamos las líneas correspondientes a trabajos totales son muy distintas en los tres casos, ya que se ve una gran diferencia entre la producción y el impacto obtenidos. En este caso a lo largo de todo el período de estudio, CIMMYT ha mostrado una línea exponencial de trabajos que van de 2 a 204 trabajos registrados hasta el 2010; donde el impacto alcanzado fue de 31,308 citas. Con lo cual se puede observar, que su producción científica ha tenido gran interés en los investigadores del área.

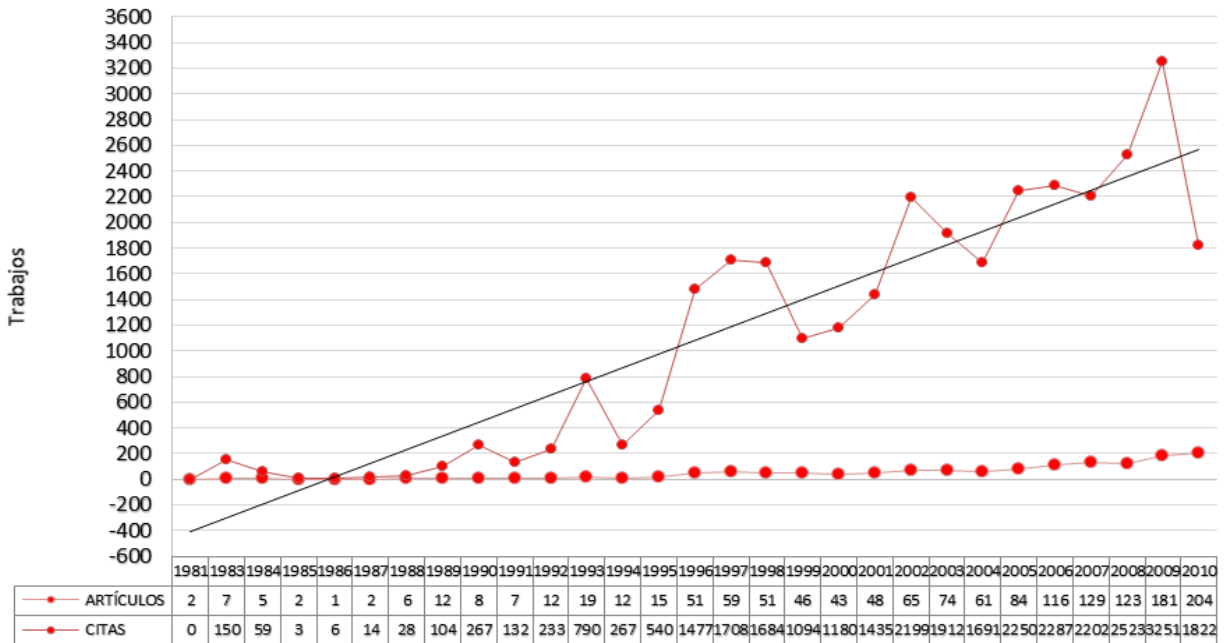


Figura 8. Producción e impacto por series anuales de la literatura científica de CIMMYT, 1981-2010.

El número de artículos sin citas por institución (Véase Figura 9), muestra que para INIFAP, de 1,030 artículos publicados 255 no fueron citados y corresponden al 25% del total, esto implica que 775 trabajos obtuvieron 8,911 citas con un promedio de 12 citas por artículo citado; el CIMMYT de 1,444 artículos 109 (8%) de ellos no obtuvo ninguna cita, esto significa que 1,335 trabajos obtuvieron 31,308 citas con un promedio de 24 citas por artículo; finalmente para COLPOS con un total de 1,050 artículos recuperados en Scopus, 309 (29%) no fueron citados, con lo cual los 741 trabajos obtuvieron un impacto de 3,899 citas, su promedio es de seis citas por trabajo publicado.

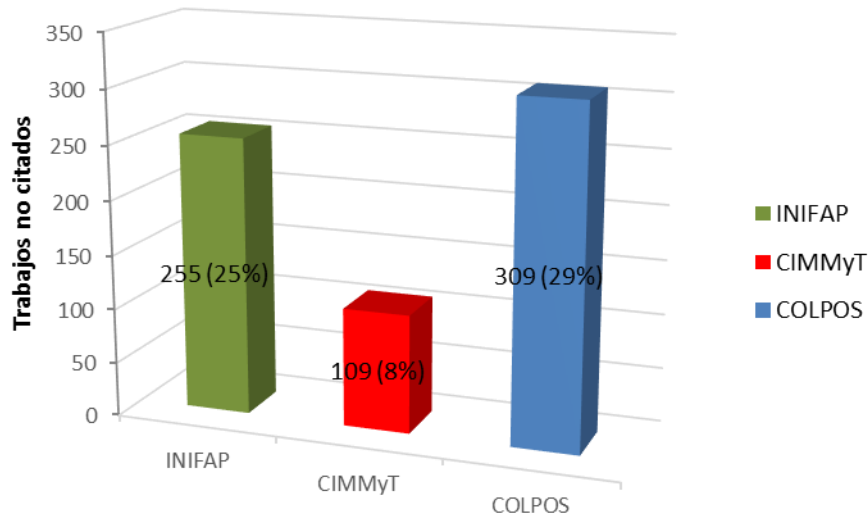


Figura 9. Total de trabajos sin citas de CIMMYT, INIFAP y COLPOS, 1981-2010.

En base a lo anterior, las instituciones nacionales registran un porcentaje considerablemente alto de trabajos no citados en comparación con CIMMYT, que solo el 8% de sus trabajos no tuvieron citas; por lo que podemos mencionar que CIMMYT ha logrado este resultado por ser una institución internacional, que tiene colaboración con más de 100 países y que publica en revistas con un alto (SJR). En comparación con COLPOS que tienen trabajos registrados de 1996 a 2010, y con una producción de 1,050 documentos, el porcentaje de los no citados fue del 29 %, casi lo mismo para INIFAP con el 25 %. La mayoría de los trabajos de las instituciones nacionales, se han publicado en revistas nacionales entre otros factores. Esto puede ser un factor determinante para el resultado obtenido en su producción a lo largo del periodo de estudio.

3.2.3. Trabajos más citados para INIFAP.

El Cuadro 2 hace referencia a los 5 primeros de 17 trabajos de INIFAP más altamente citados con un mínimo de 50 citas, para ver la tabla completa (Véase Anexo 2). El cuadro 2 está estructurado en nueve columnas: el autor(es), colaboración interinstitucional, el título del documento, título de revista, país de

edición, temas, el SJR y el año de publicación del trabajo, por último se muestra el total de citas que cada documento obtiene en el periodo analizado. Podemos advertir que en la década de 1980 ningún trabajo alcanzó 50 citas, se comienzan a citar a partir de 1990, así los años posteriores a éstos, de igual manera se presentan con uno o dos trabajos mayores a 50 citas por trabajo. Cabe destacar que el SJR de las revistas es alto ya que tienen valor arriba de 1, la que más destaca es *Science* con un SJR de 10.813, publicando un solo artículo en 2009 obteniendo 198 citas. Entre los autores que colaboran con dichos trabajos, aparece Acosta-Gallegos J. A. y Huerta Espino J., con 44 y 36 trabajos, respectivamente, son los más productivos en el periodo de estudio; sin embargo, el más citado y el más productivo en todo el periodo de estudio es Huerta Espino J. ya que registra trabajos con más de cien citas, lo que quiere decir que este científico ha realizado un gran trabajo en el campo de la agricultura en México.

Con respecto a la colaboración e impacto científico, se puede observar en los cuadros 2-4 los trabajos con mayor número de citas, INIFAP y COLPOS están representados con 4 trabajos respectivamente, y CIMMYT con cinco. Con ello, se puede destacar el papel fundamental que tiene la colaboración a nivel internacional entre pares, ya que con ello se incrementa la probabilidad de que el trabajo científico tenga mayor impacto a nivel mundial.

Cuadro 2. Lista de trabajos más citados INIFAP.

Núm.	Autores	Colaboración Institucional	Títulos	Fuentes Abreviadas	País de edición	Temas	SJR (2010)	Año	Citas
1	Krattinger S.G., <i>et al.</i>	>University of Zurich >CSIRO > CIMMYT >University of Bern	A putative ABC transporter confers...	Science	United States	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	198
2	Leal-Klevezas D.S., <i>et al.</i>	>CEGET-IPN >INIFAP >UNAM	Single-step PCR for detection of <i>Brucella</i> spp...	Journal of Clinical Microbiology	United States	Medicine	1,956	1995	127
3	Suenaga K., Singh R.P., Huerta-Espino J., William H.M.	> INIFAP >CIMMYT >Japan Intl. Res. Ctr. Agric. Sci.	Microsatellite markers for genes...	Phytopathology	United States	Agricultural and Biological Sciences	1,061	2003	97
4	Breed M.D., Guzman-Novoa E., Hunt G.J.	>University of Colorado >CENIFMA-INIFAP >Purdue University	Defensive Behavior of Honey Bees...	Annual Review of Entomology	United States	Agricultural and Biological Sciences	4,709	2004	95
5	Singh R.P., Huerta-Espino J., <i>et al.</i>	> CIMMYT >INIFAP-CEVAMEX >USDA-ARS	Will Stem Rust Destroy the World's Wheat Crop?	Advances in Agronomy	United States	Agricultural and Biological Sciences	1,742	2008	94

Fuente: Socopus Elsevier (2015) Disponible: <https://www.bidi.uam.mx:3295/> [Consultado 03-03-2014]
Scimago Journal & Country Rank (SJR) (2015) Disponible: <http://www.scimagojr.com/journalsearch.php> [Consultado 04-03-15]

3.2.4. Trabajos más citados para COLPOS.

El Cuadro 3 hace referencia a los cuatro trabajos de COLPOS más citados con un mínimo de 50 citas. Se puede observar que no se reflejan trabajos en la década de 1980 ya que ninguno alcanzó las 50 citas, el periodo de 1990 sólo reporta un trabajo en 1998 con 54 citas, publicado en *Plant Physiology and Biochemistry* que tiene un SJR de 0.907; para 2004 se registra un trabajo con 91 citas; el 2006 reporta uno con 60 citas y por último en el 2008 obtuvimos un trabajo con 131 citas, siendo el que presenta el mayor impacto en todo el período de estudio. Para los años 2009 y 2010 los trabajos están por debajo de las 50 citas. Por otro lado los autores con mayor impacto fueron Gutiérrez R. M. P., Mitchell S. y Solís R. V., que con una sola participación lograron alcanzar 131 citas con su trabajo publicado en *Journal of Ethnopharmacology*, que muestra un SJR de 1.071.

Cuadro 3. Lista de trabajos más citados COLPOS.

Núm.	Autores	Colaboración Institucional	Títulos	Fuentes Abreviadas	País de edición	Temas	SJR (2010)	Año	Citas
1	Gutierrez R.M.P., Mitchell S., Solis R.V.	>Escuela Superior de Ingeniería Química, Industrias extractivas IPN > University of the West Indies >UAM	Psidium guajava: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology	Journal of Ethnopharmacology	Irlanda	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1,071	2008	131
2	Gonzalez-Chavez M.C., et al.	> USDA-ARS > Dept. Agric.-Agric. R.	The role of glomalin, a protein produced...	Environmental Pollution	Reino Unido	Environmental Science ; Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1,756	2004	91
3	Gonzalez R.C., Gonzalez-Chavez M.C.A.	> IRENAT > Soil Chemistry >Soil Microbiology	Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes	Environmental Pollution	Reino Unido	Environmental Science ; Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1,756	2006	60
4	Gutierrez-Coronado M.A., et al.	> IREGEP > IRENAT	Effects of salicylic acid ...	Plant Physiology and Biochemistry	India	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	0,907	1998	54

Fuente: Socopus Elsevier (2015) Disponible: <https://www.bidi.uam.mx:3295/> [Consultado 03-03-2014]
Scimago Journal & Country Rank (SJR) (2015) Disponible: <http://www.scimagojr.com/journalsearch.php>
[Consultado 04-03-15]

3.2.5. Trabajos más citados para CIMMYT.

El Cuadro 4 hace referencia a los 35 trabajos de CIMMYT más altamente citados, con un mínimo de 100 citas (*Para ver el cuadro completo, véase Anexo 3*); en el que podemos advertir que en la década de 1980, ningún trabajo alcanzó las 100 citas y en el período de 1990, sólo se alcanzaron doce trabajos, los cuales resultaron ser los más citados de ese periodo, obteniendo un total de 1,759 citas. De los autores que mayor producción e impacto tienen, aparece Crossa J. con 116 colaboraciones, pero solo tres de ellas obtuvieron un impacto de más de 100 citas, Singh con 116 colaboraciones, de igual manera en solo tres publicaciones alcanza más de 100 citas, lo que quiere decir que estos científicos han realizado un gran trabajo en el campo de la agricultura en el mundo.

Cuadro 4. Lista de trabajos más citados de CIMMYT.

Núm. m.	Autores	Colaboración Institucional	Títulos	Fuentes Abreviadas	País de edición	Temas	SJR (2010)	Año	Citas
1	McDonald B.A., Linde C.	> Federal Institute of Technology.	Pathogen population genetics, evolutionary potential ...	Annual Review of Phytopathology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	4,215	2002	484
2	Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P., Royo C.	> Universitat de Barcelona > Universidad de Buenos Aires > Centre UDL-IRTA	Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for?	Annals of Botany	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences	1,425	2002	281
3	Buckler E.S., <i>et al.</i>	>University of Columbia > University of Wisconsin > Monsanto Company > Beijing Normal University > Chinese Academy of Agricultural Sciences > University of Illinois > Purdue University > Mision Biologica de Galicia > Cornell University > Kansas State University	The genetic architecture of maize flowering time	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	288
4	Fischer R.A., <i>et al.</i>	> ACIAR > Univ. of Greenwich > UCLA/LBES > CSIRO Division of Plant Industry >COLPOS	Wheat yield progress associated with higher stomatal...	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	1998	235
5	Anderson J.A., <i>et al.</i>	> University of Minnesota > North Dakota State University > Agriculture and Agrifood Canada > USDA-ARS	DNA markers for Fusarium head blight ...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and	1,526	2001	208

Fuente: Socopus Elsevier (2015) Disponible: <https://www.bidi.uam.mx:3295/> [Consultado 03-03-2014]

Scimago Journal & Country Rank (SJR) (2015) Disponible: <http://www.scimagojr.com/journalsearch.php> [Consultado 04-03-15]

Los patrones de producción y citas que presentan los centros INIFAP, COLPOS y CIMMYT se definieron a partir de la década de 1990, donde los investigadores consiguieron sostener crecimientos más constantes de trabajos y citas registradas en Scopus. Se identificó, el periodo de mayor producción e impacto científico de las tres instituciones se realizó en el periodo 1996-2010; de los cuales, COLPOS reporta el 78% de trabajos publicados con un impacto de 2,236 citas, para CIMMYT se obtiene el 58 % con 28,715 citas, e INIFAP se obtiene el 65 % con 3,044 citas. Se puede observar que CIMMYT tiene un mayor impacto de citación, rebasando por mucho a INIFAP y a COLPOS, podemos deducir que este margen expuesto tiene que ver con la importancia de lo que se publica, donde se publican los trabajos y con quienes publican, esto de alguna manera influye y determina la visibilidad de los trabajos en los índices nacionales e internacionales.

3.2.6. Idioma.

Hay que recordar que el CIMMYT es una institución internacional que puede tener un mayor alcance y apertura para publicar casi exclusivamente en inglés. La Figura 10 muestra de forma global el idioma de los documentos publicados de las tres instituciones. COLPOS muestra que (53%) de sus trabajos publicados están escritos en idioma inglés; el español ocupa el segundo lugar con 641 (46%). En CIMMYT la preferencia del idioma está de la siguiente manera, Inglés 1,396 (95%), español (3%), otros idiomas tales como el francés, chino, ruso, checo solo representan el (2%), finalmente INIFAP publicando en inglés 804 (72%) trabajos, en español 336 (27%) y otros idiomas como el francés, el portugués e Irlandés representan solo el (2%).

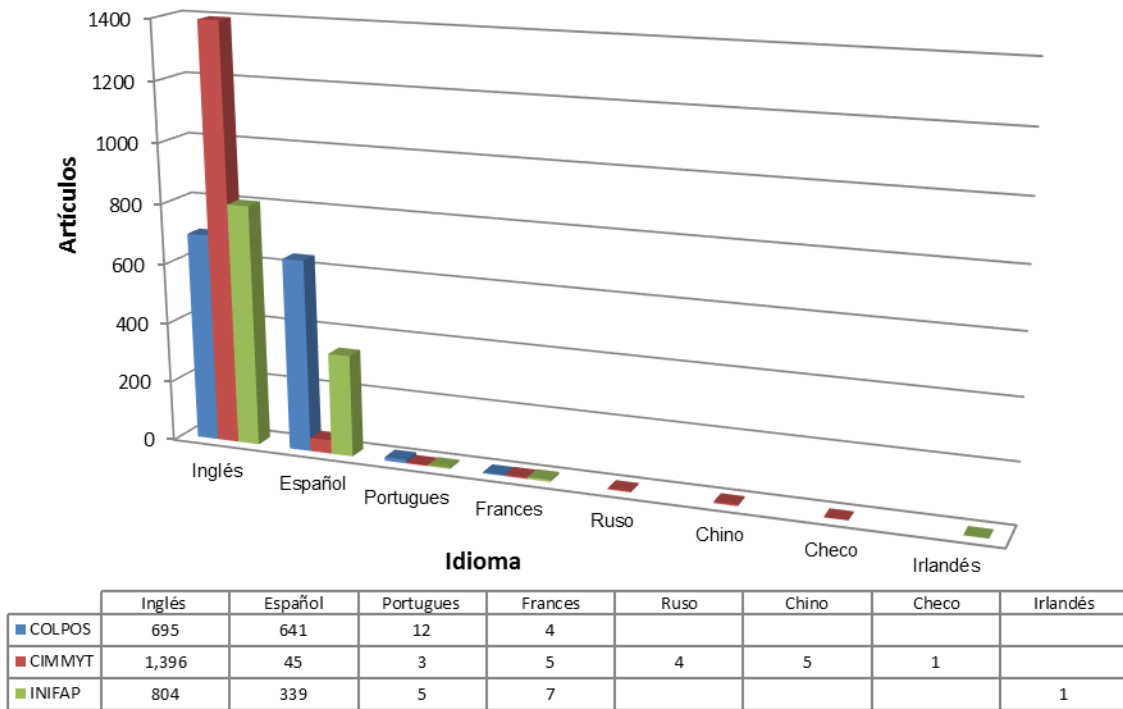


Figura 10. Idioma de publicación de INIFAP, COLPOS y CIMMYT.

La figura anterior nos muestra y confirma la importancia del idioma al publicar, esto con relación a los resultados que se obtuvieron en los trabajos que no obtuvieron ninguna cita, se puede derivar que este es un factor determinante para dar un mayor alcance a los trabajos publicados por alguna institución. En el caso de COLPOS el 29 % de sus trabajos no obtuvieron ninguna cita, en comparación con CIMMYT que ha publicado el 95% de sus trabajos es inglés, solo el 8% del total de ellos no fueron citados. Por su parte INIFAP, el 25% del total de sus trabajos tampoco fueron citados. Con ello, se puede decir que al publicar en inglés se leen más y se citan más.

Si bien es cierto que actualmente el idioma es uno de los indicadores más importantes en la ciencia; este estudio logró determinar el alcance y apertura por publicar casi exclusivamente en el idioma inglés, en el caso de INIFAP y CIMMYT, rebasaron más del 70% de los trabajos publicados. El nivel de colaboración internacional también influye por lo tanto en el impacto que los trabajos lleguen a alcanzar, como el idioma es uno de los diversos atributos que debe tener la

productividad científica, ya que es un vínculo tan eficiente en la difusión de una publicación tanto a nivel nacional como internacional, influyendo en el impacto de la publicación, actualmente se demandan cambios que deben de estar enfocados a la búsqueda de una mayor y eficiente difusión de los trabajos publicados; por ello, divulgar las investigaciones en el idioma inglés se ha vuelto una necesidad que se ha mantenido vigente.

3.2.7. Colaboración institucional.

En cuanto a la colaboración interinstitucional, la ciencia agrícola puede considerarse a sí misma, un agente inmenso de esfuerzo cooperativo, ya que se fomenta en un proceso acumulativo de generación y validación del nuevo conocimiento por parte de los miembros de su comunidad científica, formando vínculos cooperativos que establecen con otros investigadores cuyas contribuciones le han permitido fundamentar su trabajo.

La Figura 11, muestra la cantidad total de colaboración institucional de INIFAP, COLPOS y CIMMYT con respecto el total de investigadores en la producción por institución, con relación al total de artículos publicados en el período analizado.

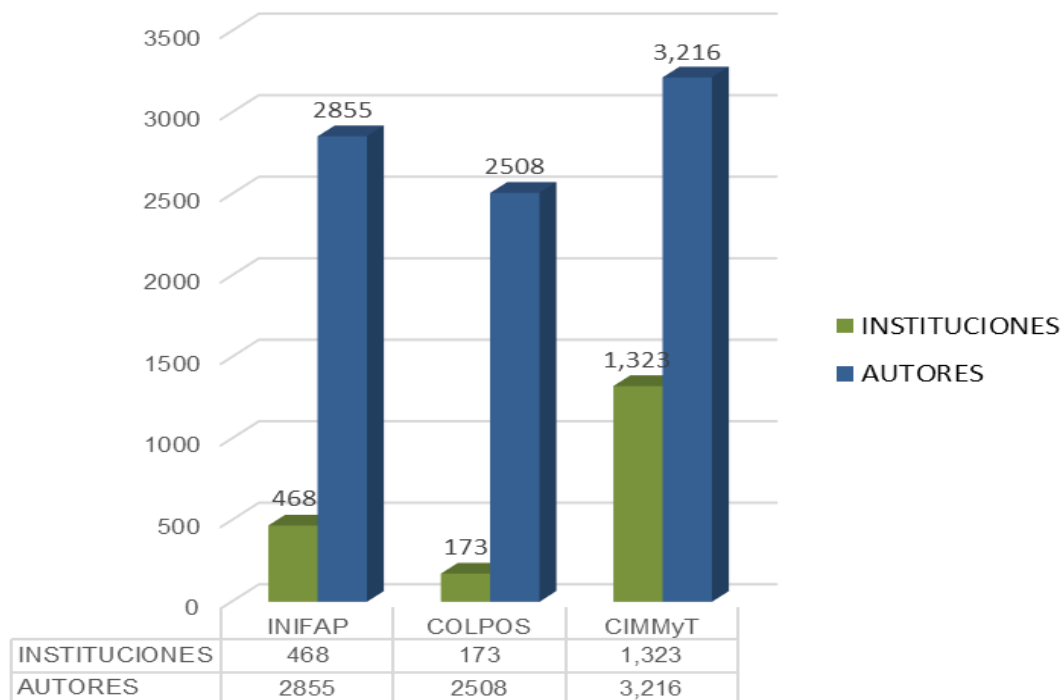


Figura 11. Número de instituciones únicas y el total de autores únicos por institución en colaboración, 1981-2010.

Así tenemos que INIFAP tienen colaboración con 468 instituciones a nivel nacional e internacional, donde colaboran 2,855 autores; donde se destacan, las instituciones nacionales con mayor número de publicaciones en colaboración, como: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Colegio de Posgraduados (COLPOS), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre otras, y a nivel internacional tiene colaboración con instituciones de América Latina, Europa y de otras partes del mundo como: United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS), Universidad de Minnesota, University of Zurich, Kenya Agricultural Research Institute, Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS).

También en COLPOS y en CIMMYT, se observó una relación interinstitucional importante, donde la primera muestra una colaboración con 173 instituciones a

nivel nacional e internacional, con una participación de 2,508 autores provenientes de 56 países de América Latina, Europa, Asia, entre otras partes del mundo. Nuevamente las instituciones a nivel nacional representan las que tienen mayor colaboración interinstitucional como: Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma del Estado de México (UAED), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), entre otras.

Para CIMMYT, que mantiene una colaboración con 1,323 instituciones provenientes de todas partes del mundo; con Estados Unidos ha tenido una colaboración más sólida, ya que 358 de sus trabajos publicados, incluyen instituciones de dicho país, tales como: University of California, United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS), Cornell University, Kansas State University, Washington State University, entre otras; a nivel nacional encontré los centros CIMMYT-México porque además de ser sede principal, tienen una amplia trayectoria de investigación agrícola; así mismo, mantiene una estrecha colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Colegio de Postgraduados (COLPOS), Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Universidad Autónoma Chapingo (Uch), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En el Cuadro 5, se analiza los patrones de colaboración de los investigadores y su afiliación institucional, con respecto al total de trabajos publicados. Que en el caso de INIFAP, es de 1,030 documentos obtenidos de la base de datos SCOPUS, producto de la colaboración entre 468 instituciones y 2,855 autores. (Véase Anexo 4), donde se listan las 176 instituciones más representativas.

Cuadro 5. Instituciones que han colaborado con INIFAP.

Instituciones	Número de Autores registrados por institución
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	1,178
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	185
Colegio de Posgraduados (COLPOS)	176
United States Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS)	101
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	78
Centro de Investigación Y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	65
Universidad Autónoma Chapingo (UACH)	58
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	50
Universidad de California	46
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	39
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)	39
Universidad de Texas A&M	35
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	27
Universidad de Nebraska-Lincoln	26
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	24
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	23

En el caso de COLPOS con 1,050 documentos obtenidos de la base de datos, se muestra con una colaboración de 173 instituciones y 2,508 autores. En el Cuadro 6 se incluyen las 60 instituciones más representativas, donde se muestra a más de 2 autores colaborando con los investigadores de COLPOS.

Cuadro 6. Instituciones que han colaborado con COLPOS.

Instituciones	Número de Autores registrados por institución
Colegio de Postgraduados (COLPOS)	618
Universidad Autónoma de Chapingo (UACH)	52
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	43
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	32
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	32
Universidad Autónoma del Estado de México (UAED)	17
Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	10
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	12
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	10
Universidad de Guadalajara (UdG)	9
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	8
Universidad de Concepción	8
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	7
Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	6
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	5

Por último, CIMMYT muestra una colaboración con 1,323 entidades; lo cual nos permite ver, que en comparación con otras instituciones, los investigadores de este centro mantienen un alto grado de colaboración a nivel mundial. En el Cuadro 7 se incluye a las 52 instituciones más representativas, ya que muestran a más de 10 autores en colaboración con CIMMYT (*Para ver el cuadro completo, véase el Anexo 5*).

Cuadro 7. Instituciones que han colaborado con CIMMYT.

Instituciones	Número de Autores registrados por institución
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	1159
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	98
Colegio de Postgraduados (COLPOS)	57
University of California	47
USDA-ARS	53
Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)	44
Chinese Academy of Agricultural Sciences	34
Cornell University	33
Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	30
International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	27
Wageningen University	24
Universidad Autónoma Chapingo (Uch)	21
Agriculture and Agri-Food Canada	20
International Rice Research Institute (IRRI)	20
Katholieke Universiteit Leuven	19
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	19

Cabe puntualizar que las tres instituciones tienen una colaboración entre ellas, abarcando a su vez otras dependencias que por lo general forman parte de CGIAR y SAGARPA; lo que significa que entre estos centros existe la cultura por la colaboración entre establecimientos y la colaboración de tipo internacional.

Finalmente, podemos puntualizar que el proceso de interacción entre dos o más individuos e instituciones, logra el fin común de generar nuevo conocimiento y una

mayor producción, en esta ocasión las tres instituciones han logrado intensificar el trabajo cooperativamente que tienen una con la otra. La importancia que ha cobrado la colaboración científica entre estas tres instituciones, dio forma a la investigación agrícola que se hacía en México y en el mundo.

3.2.8. Revista de publicación y su impacto.

En lo que concierne al tipo de revistas arbitradas e indizadas, éstas se posicionaron indudablemente como las de mayor trascendencia en cuanto a la producción e impacto científico en investigación agrícola. El SCImago Journal Journal Rank Indicator (SJR), nos permitió obtener el índice de impacto de las revistas más destacadas, siendo este dato determinante para reafirmar su presencia a nivel nacional e internacional, ya que al publicar en una revista arbitrada tiene su mérito científico; pero más lo tiene, si la revista es indizada y más aún si el índice es internacional.

A continuación se mostrarán las principales revistas donde los grupos de investigadores integrados en INIFAP, COLPOS y CIMMYT prefirieron para dar a conocer los resultados de sus investigaciones. (Véase Cuadro 8), donde INIFAP de 333 revistas preferidas para publicar destacan 20, con mayor número de publicaciones (Véase Anexo 6). Entre ellas se encuentra *Agrociencia* que es editada por COLPOS, en ésta se difundió un total de 88 trabajos el 8.54% del total de trabajos publicados, estos 20 títulos publicaron 422 trabajos que equivalen al 41% del total. Dichas revistas editadas principalmente en México, ocupan el cuartil Q3 y Q4, lo que quiere decir que están debajo de la media de revistas, comparándolas con las editadas en Estados Unidos y Países Bajos que se encuentran entre el cuartil Q1 y Q2, son revistas que están entre los primeros títulos de revistas de un total de 4 bloques. Así, tenemos que INIFAP con únicamente 20 títulos de revistas ha sido capaz de difundir gran parte de su producción científica.

Cuadro 8. Principales revistas de mayor publicación e impacto para INIFAP.

Núm.	Revistas	Área	País de Edición	Trabajos	% Trabajos	SJR* (2010)	Cuartil
1	Agrociencia	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	88	8.5	0,294	Q3
2	Revista Fitotecnia Mexicana	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	México	47	4.5	0,217	Q3
3	Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	México	37	3.5	0,224	Q4
4	Revista Chapingo	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	26	2.5	0,075	Q4
5	Southwestern Entomologist	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	Estados Unidos	25	2.4	0,329	Q2
6	Veterinary Parasitology	Immunology and Microbiology / Veterinary	Países Bajos	22	2.1	2,331	Q1
7	Interciencia	Multidisciplinary	Venezuela	19	1.8	0,391	Q2
8	Crop Science	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	17	1.6	2,020	Q1
9	Plant Disease	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	17	1.6	2,387	Q1
10	Revista Latinoamericana de Microbiología	Immunology and Microbiology / Medicine / Veterinary	México	15	1.4	0,112	Q4

*SJR SCImago Journal & Country Rank, 2010.

Por lo anterior, la poca dispersión de más del 50% de trabajos en las revistas tiene mucho que ver con el hecho de que la investigación que realiza INIFAP está más orientada a cubrir las áreas de agricultura, producción animal, ingeniería agrícola, esto influye en la dispersión de títulos de revistas, ya que de las 20 revistas diez de ellas dan un promedio mayor a uno, y la otra mitad de ellas reflejan un SJR menor a uno. La revista que refleja el mayor SJR es *Journal of Animal Science* reporta 2.580, esto quiere decir que es una revista que por trabajo publicado obtiene entre

2 y 3 citas en promedio. Los títulos restantes que suman 314 trabajos tienen de uno a 9 trabajos publicados. De acuerdo con SCImago Journal Journal Rank Indicator (SJR), estas fuentes cubren principalmente temas de agronomía, pero también hay algunas como: *Euphytica*, *Ingeniería Hidráulica en México*, *Preventive Veterinary Medicine*, *Madera Bosques*, *Journal of Economic Entomology*, son ubicadas en temas de economía, medicina, ingeniería, lo que indica que INIFAP también aborda temas de ciencias sociales y humanidades.

Para COLPOS, de igual manera se pudo observar un patrón similar, en cuanto a las revistas preferidas para publicar sus trabajos; revistas multidisciplinarias regionales y locales, con un SJR bajo; en la que podemos mencionar *Agrociencia* quien difundió un total de 299 trabajos el 28.48 % del total de trabajos publicados e *Interciencia* con 98 trabajos que es el 9.33%, del total. El Cuadro 9 muestra los 20 títulos de revista con mayor número de publicaciones para COLPOS, el listado completo de revistas se encuentra en el Anexo 7.

Cuadro 9. Principales revistas de mayor publicación e impacto para COLPOS.

Núm.	Revistas	Área	País de Edición	Trabajos	% Trabajos	SJR* (2010)	Cuartil
1	Agrociencia	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	299	28.4	0,294	Q3
2	Interciencia	Multidisciplinary	Venezuela	98	9.3	0,391	Q2
3	Revista Fitotecnia Mexicana	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	México	62	5.9	0,217	Q3
4	Revista Chapingo	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	19	1.8	0,075	Q4
5	Técnica Pecuaria en México	Agricultura y alimentación: Producción animal. Veterinaria	México	14	1.3	0,224	Q4
6	Ingeniería Hidráulica en México	Interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua	México	14	1.3	0,138	
7	Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias	Ciencias Veterinarias	Venezuela	13	1.2	0,109	
8	Journal of Applied	Agricultural and Biological	India	13	1.2	0,218	Q3

	Animal Research	Sciences / Veterinary					
9	Revista Internacional de Contaminación Ambiental	Environmental Science	México	13	1.2	0,333	Q4
10	Madera Bosques	Agricultural and Biological Sciences	México	13	1.2	0,25	Q3

*SJR SCImago Journal & Country Rank, 2010.

Como se puede observar COLPOS, muestra un SJR bajo de las revistas donde publican, ya que se muestran la mayoría de ellas con menos 1 de SJR, esto quiere decir que son revistas que por trabajo publicado en promedio obtienen solo una cita. Entre las revistas nacionales se encuentran *Agrociencia* con el 1.45 % del total de trabajos y la *Revista Fitotecnia Mexicana* con el 0.9 % de trabajos publicados; entre las revistas con mayor número de publicaciones no se destacan las revistas mexicanas, se trata de revistas de otras regiones del mundo, (Véase Anexo 8).

El Cuadro 10, referente al CIMMYT, muestra los títulos de revista con un SJR más grande en comparación de INIFAP Y COLPOS; el listado completo de revistas se encuentra en el Anexo 8.

Cuadro 10. Principales revistas de mayor publicación e impacto para CIMMYT.

Núm.	Revistas	Área	País de Edición	Trabajos	% Trabajos	SJR* (2010)	Cuartil
1	Crop Science	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	143	9.9	2,020	Q1
2	Theoretical and Applied Genetics	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Alemania	116	8.0	3,264	Q1
3	Euphytica	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	100	6.9	1,597	Q1
4	Field Crops Research	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	83	5.7	2,232	Q1
5	Maydica	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Italia	35	2.4	0,494	Q2
6	Plant Disease	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	32	2.2	2,387	Q1

7	Cereal Research Communications	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Hungría	25	1.7	0,084	Q3
8	Plant Breeding	Agricultural and Biological Sciences	Reino Unido	25	1.7	1,391	Q1
9	Agrociencia		México	21	1.4	0,294	Q3
10	Genetic Resources and Crop Evolution	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Países Bajos	20	1.3	1,538	Q1

*SJR SCImago Journal & Country Rank, 2010.

En COLPOS, INIFAP y CIMMYT, el tipo de publicación que predomina son artículos de revistas ya que por este medio dieron a conocer más de 90% de sus publicaciones, no obstante si comparamos las revistas, CIMMYT muestra que las revistas donde publican sus investigadores, tienen un alto SJR cabe destacar que se encuentran en el cuartil Q1 y son internacionales en comparación con las revistas donde publican INIFAP Y COLPOS. De acuerdo con el SJR, estas fuentes cubren principalmente temas de agronomía, es por ello que se clasifican como disciplinas en agrociencia. También se puede observar que INIFAP Y CIMMYT han coincidido en publicar algunos de sus trabajos en *Crop Science* y *Plant Disease*, y las tres instituciones concuerdan con ciertas revistas para publicar como: *Agrociencia*, *Revista Fitotecnia Mexicana*.

3.2.9. Colaboración científica.

La Figura 12 visualiza el número de autores en la producción por institución, con respecto al total de artículos publicados en el período analizado.

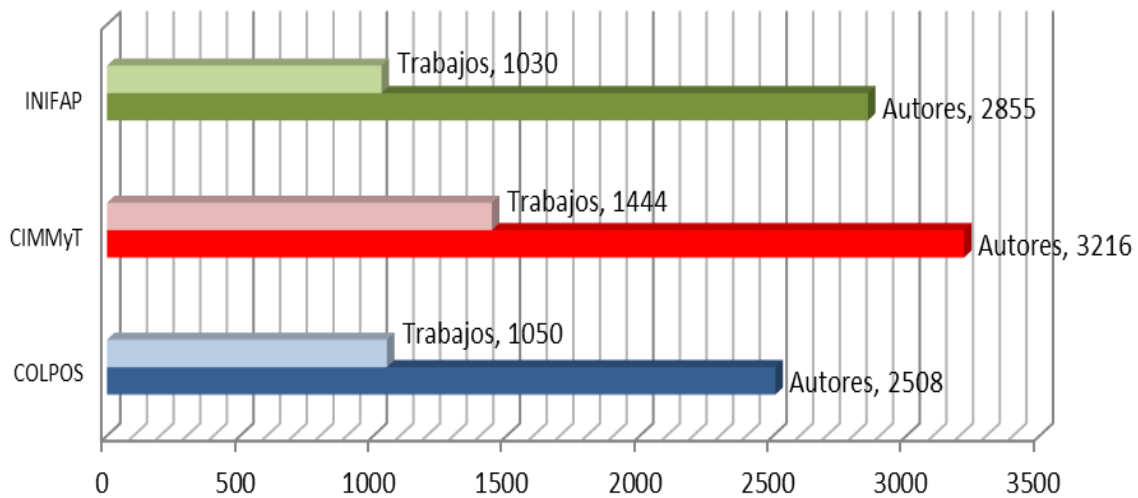


Figura 12. Número de autores en colaboración y el total de artículos publicados por institución.

El INIFAP es la institución con el promedio más alto de autores por artículo con 2.8, seguido por CIMMYT con 2.5 y COLPOS con 2.3. No obstante en términos absolutos hay más autores participando en la producción del CIMMYT en este periodo de estudio, que en los trabajos de INIFAP o COLPOS.

Entre los autores con mayor producción científica en INIFAP están: Acosta-Gallegos J.A. con 44 contribuciones, en porcentaje equivale al (4%), de 1,030 total de artículos publicados por dicha institución. En ese orden de mayor producción le sigue Huerta-Espino J. con 36(3%), en seguida aparece Rodríguez Del Bosque L. A. con 29(3%); Guzmán Maldonado S.H. con 24(2%); Guzmán Novoa E. con 24(2%), García Vázquez Z. con 19(2%); Page R.E. con 14(1%), Hunt G.J. con 13(1%); Mendoza De Gives P. con 13(1%), éstos son los diez más productivos de 2,855 autores que participan en los trabajos del INIFAP.

Los trabajos de COLPOS cuentan con la participación de 2,508 autores, de un total de 1,050 artículos publicados, en este orden de mayor producción, se mencionan los autores más productivos: Vaquera Huerta H. con 28(3%); Vargas-Hernández J.J. con 26(2%); Etchevers-Barra J.D. con 20(2%); viene Soto- Caballero M.C. con 20(2%); así mismo Zavaleta-Mejia E. con 20(2%); Mendoza M.G.D con 17 (2%); Mendoza-Onofre L.E. con 17(2%); Mora-Aguilera G. con 17(2%); Lopez-Upton J. con 16(2%).

CIMMYT presenta 1,444 artículos publicados, cuenta con 3,216 autores, siguiendo con la secuencia, de mayor producción se muestra, Crossa J.L. con 114(3%) del total de artículos publicados; Singh R.P. con 94(3%); Hoisington D.A. con 62(2%); Reynolds M.P. con 60(2%); Sayre K.D. con 50 (2%), Warburton M.L. con 46(1%); Mujeeb-Kazi A. con 43(1%); Pena-Bautista R.J. con 40(1%); Rajaram S. con 40(1%).

Finalmente se destaca el papel de dos investigadores Singh R. P. adscrito al CIMMYT y Huerta-Espino J. adscrito a INIFAP, han mostrado gran producción e impacto en su literatura científica y una colaboración interinstitucional importante; siendo en este sentido los de mayor producción en INIFAP y en CIMMYT.

3.2.10. Índice de Colaboración (IC) de Lawani.

Como se mencionó, para medir la extensión de colaboración en las ciencias y humanidades, Lawani (1980), propuso el Índice de Colaboración (IC) como el número medio de autores por artículo.

Como unidades de análisis se organizó un cuadro, donde muestra la distribución del número de autores identificados frente al número de documentos producidos en el período de la investigación; los valores del número de publicaciones habidas cada año fueron agrupados por quinquenios. Por ejemplo, entre los años 1987 y 1992 hubo 23 publicaciones y 18 de ellas fueron publicadas en colaboración por dos autores o más autores. En el Cuadro 11 se muestra el Índice de Colaboración (IC) de INIFAP medido de acuerdo a la propuesta de Lawani, la tasa de

colaboración de 78% observada en el quinquenio 1987-1992 puede ser considerada alta ya que 18 de los 23 documentos publicados en este caso se observa una colaboración efectiva desde los primeros años de publicación, en el siguiente quinquenio crece paulatinamente y aumentando constantemente. Este crecimiento de la colaboración alcanza su máxima expresión en el quinquenio 2005-2010 con una tasa del 100% de los documentos publicados. En todo el período de estudio es notoria la concentración de documentos producidos en colaboración por dos o más autores.

Cuadro 11. Índice de colaboración científica, en el caso de INIFAP.

Periodo	Número total de publicaciones	Número de Publicaciones en colaboración	Porcentaje de publicaciones en colaboración
1987-1992	23	18	78.2
1993-1998	102	94	92.1
1999-2004	238	233	97.8
2005-2010	667	667	100
Total	1030	1012	98.2

Este índice es apenas un porcentaje del número de publicaciones y el número de publicaciones realizadas en colaboración. En la tabla anterior en la década 1987-1992, en este quinquenio se publicaron 23 y 18 de ellas fueron publicadas en colaboración por dos o más autores. Entonces para medir el IC se procede de la siguiente manera:

$$\frac{18}{23} \times 100 = 78.2$$

Para el quinquenio de 1993-1998

$$\frac{94}{102} \times 100 = 92.1$$

Y así sucesivamente quinquenio por quinquenio.

La Figura 13 muestra el crecimiento de la colaboración de los autores medidos a través del índice de colaboración (IC), según los quinquenios. El crecimiento de la colaboración entre autores sobre la productividad científica crece a partir de 1987 y parece reafirmarse en los siguientes quinquenios pues se observa un crecimiento constante y permanente. La variable independiente del número de publicaciones habidas para cada año agrupado por quinquenios. Se toman datos sobre la productividad científica del INIFAP dentro del periodo de estudio que desde el año de 1987 tiene trabajos registrados en la base de datos SCOPUS.

Este índice es un porcentaje del número total de publicaciones y número de publicaciones que los investigadores del INIFAP que alcanzaron el 98.2% del total de publicaciones en colaboración entre dos o más investigadores ya sean que estén adscritos a INIFAP o a otras instituciones, asimismo tenemos que el 1.8% son trabajos individuales.

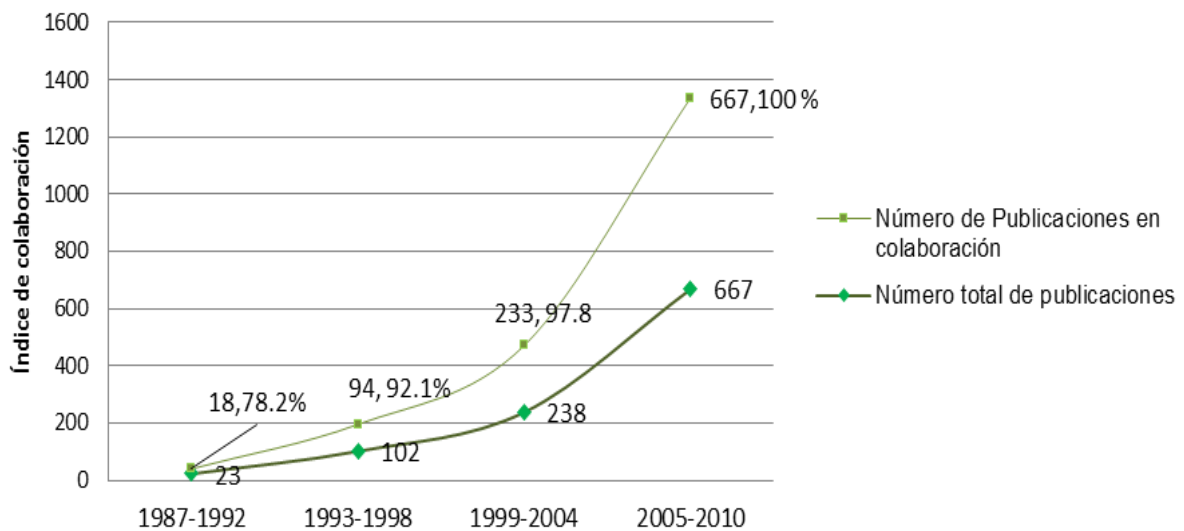


Figura 13. Índice de colaboración científica, en el caso de INIFAP.

Para COLPOS, el Cuadro 12 muestra los valores del número de publicaciones agrupado por quinquenios desde 1996 al 2001, de 2002-2007 y los 3 últimos años de 2008-2010. Se toman datos sobre la producción científica de COLPOS dentro del periodo de estudio, aunque, desde el año de 1996, tiene trabajos registrados en la base de datos SCOPUS.

Cuadro 12. Índice de colaboración científica, en el caso de COLPOS.

Periodo	Número total de publicaciones	Número de Publicaciones en colaboración	Porcentaje de publicaciones en colaboración
1996-2001	67	60	89.5
2002-2007	451	440	97.5
2008-2010	533	513	96.2
Total	1051	1013	96.3

El IC muestra para COLPOS el 96.3% del porcentaje de publicaciones en colaboración entre el número total de publicaciones entre 1996-2010; número de publicaciones que los investigadores han realizado con dos o más autores. (Véase *Figura 14*).

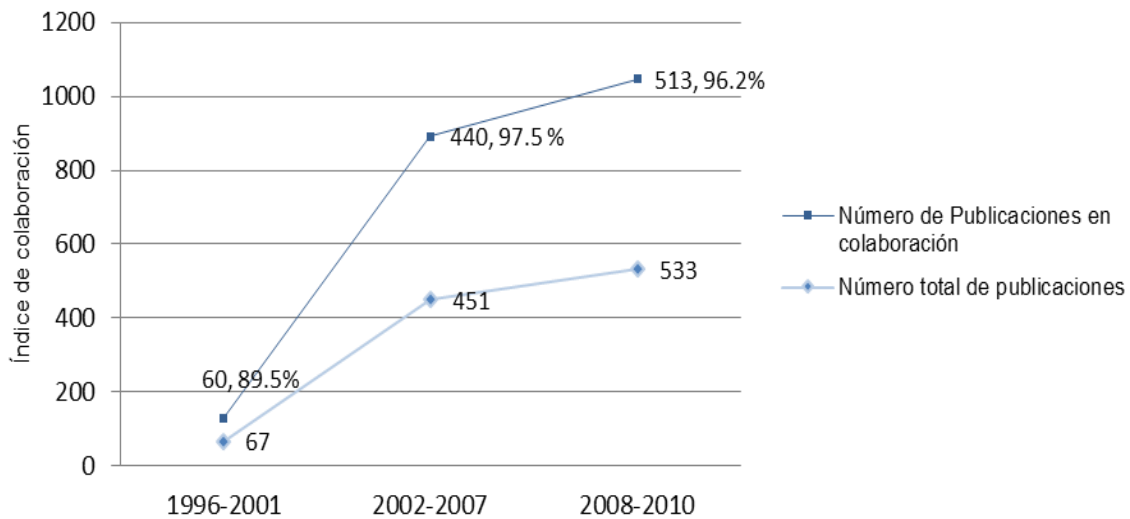


Figura 14 Índice de colaboración científica, en el caso de COLPOS.

En el caso de CIMMYT, el IC es de 94.6%, en el Cuadro 13 se muestra como se llevó a cabo la organización por años, donde con un total de 1,444 documentos registrados en la base de datos de SCOPUS, que va de 1981-2010, el IC, de los investigadores adscritos a CIMMYT, registran de dos más investigadores por trabajo publicado, y un alto porcentaje en colaboración científica.

Cuadro 13. Índice de colaboración científica, en el caso de CIMMYT.

Periodo	Número total de publicaciones	Número de Publicaciones en colaboración	Porcentaje de publicaciones en colaboración
1981-1986	17	17	100
1987-1992	46	37	80.4
1993-1998	207	187	90.3
1999-2004	337	309	91.6
2005-2010	847	817	96.4
Total	1444	1367	94.6

Las tres instituciones han demostrado la importancia e impacto que tiene la colaboración científica, ya que es un campo de oportunidades y consecuencia de la producción e impacto de un individuo, institución o de un país. La Figura 15 nos muestra el comportamiento, de la colaboración científica entre los autores de CIMMYT.

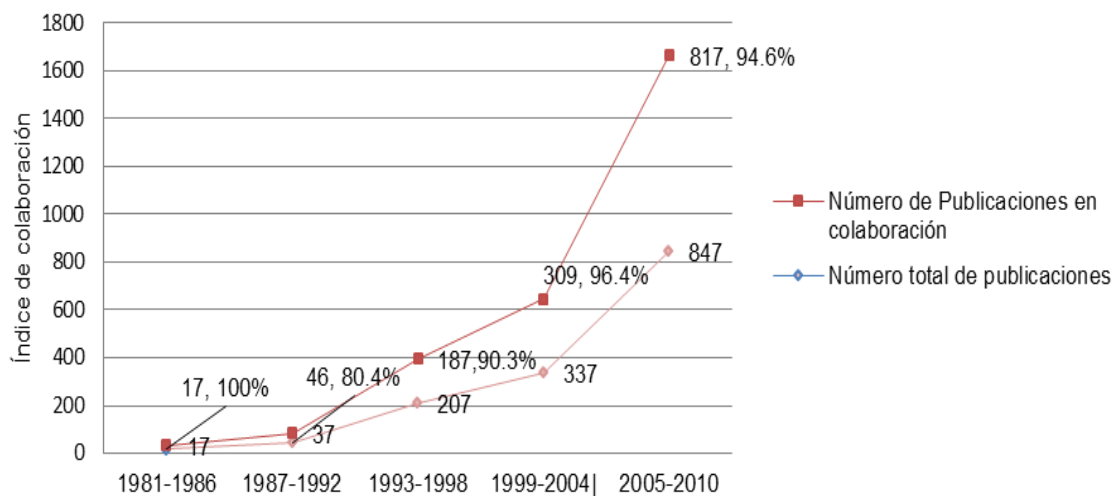


Figura 15. Índice de colaboración científica, en el caso de CIMMYT.

Este tipo de índices muestran que existe un comportamiento de colaboración entre los investigadores de cada institución INIFAP, COLPOS y CIMMYT que investigan sobre las ciencias agrícolas. La colaboración entre los autores fue determinante, pues sus relaciones y la intensidad de las mismas parecen coincidir en los tres casos definiendo la importancia de su participación. Promover la colaboración a nivel nacional e internacional representa una vía para incrementar la producción de conocimientos, la participación de instituciones con mayores capacidades, dando la oportunidad de escalar y participar con actores más importantes.

3.2.11. Colaboración Internacional.

La colaboración internacional, constituye un aspecto esencial en la actividad científica de un investigador o de una institución, o de los organismos responsables para hacer política científica, etc., con ello podemos visualizar el alcance, y colaboración que tiene cada una de las instituciones. La Figura 16 indica el porcentaje de trabajos en colaboración a nivel regional que INIFAP ha mantenido con 44 países en el mundo.

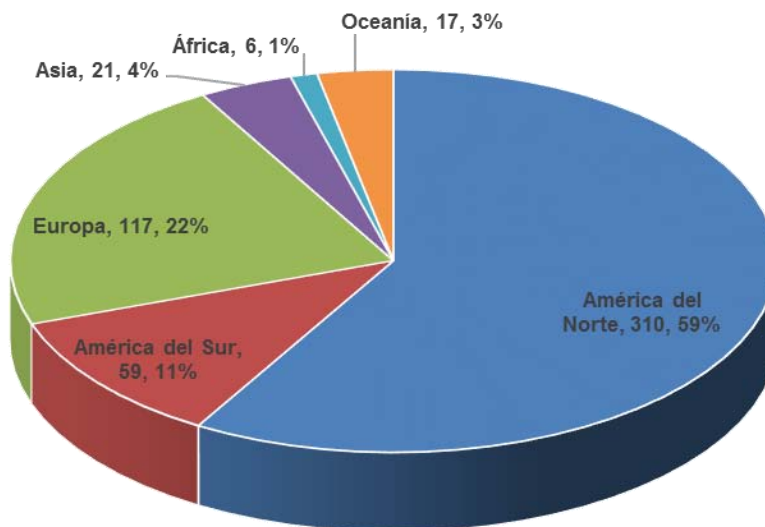


Figura 16. Colaboración de INIFAP por región.

El INIFAP ha participado en trabajos con investigadores de 44 países, provenientes de América del Norte, América del Sur, Europa, Asia, África, Oceanía. Los países de más colaboración, son los Estados Unidos con 282 trabajos en colaboración, Francia con (37), Canadá (28), España (24), Reino Unido (18), Australia (16), Brasil (13), Colombia (10), Venezuela (10), Alemania (9), Suecia (9), China (6), Argentina (5), Bélgica (5) (Véase Figura 17).

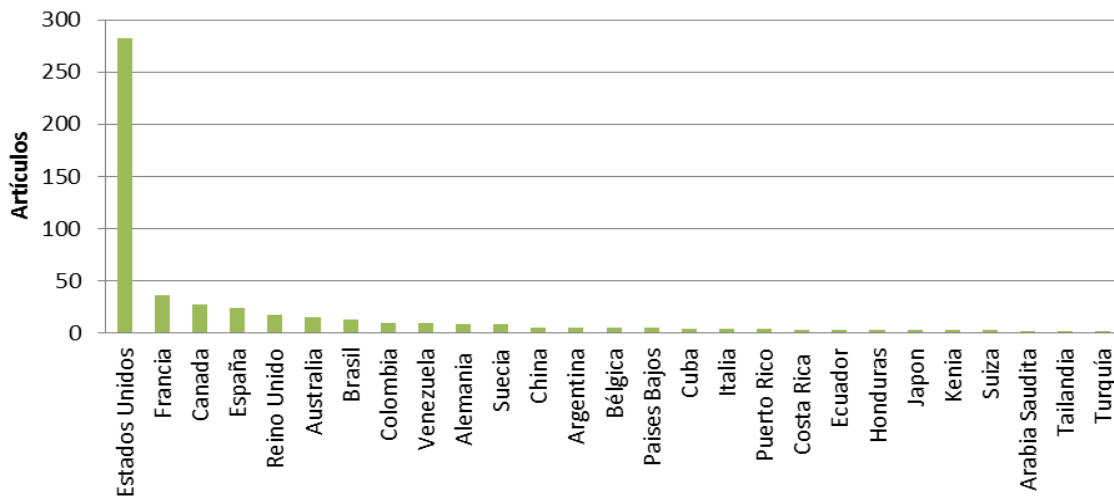


Figura 17. Colaboración internacional de INIFAP.

Para COLPOS y el CIMMYT, podemos observar nuevamente, en las Figuras 18 y 19, y las figuras 20 y 21 respectivamente, que mantienen una colaboración importante, con la participación de 56 países para COLPOS y 91 países para CIMMYT; provenientes de América del Norte, América del Sur, Europa, Asia, África, y otras partes del mundo. En ambos casos igual que con respecto al INIFAP, los EUA es el país de más colaboración (COLPOS, 136; CIMMYT, 358) seguido en el caso de COLPOS por España (50) y en caso del CIMMYT por Australia (128) y China (126). COLPOS se destaca por su colaboración con Venezuela en segundo lugar con 41 artículos y en menor grado con Chile y Brasil con 22 y 21 trabajos en colaboración.

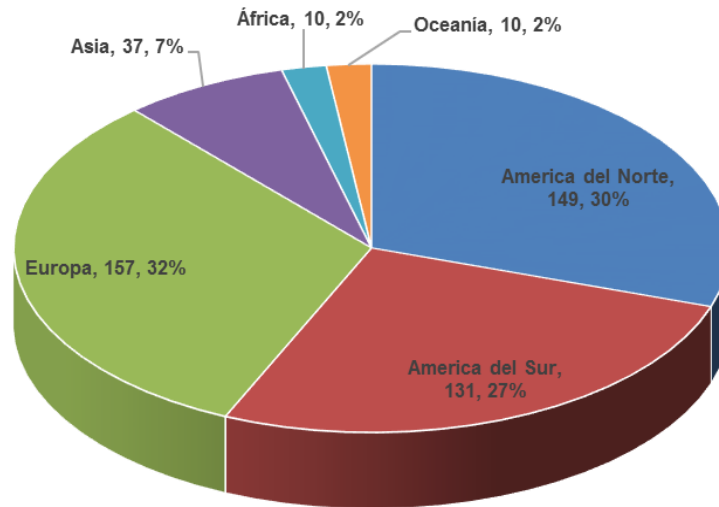


Figura 18. Colaboración de COLPOS por región.

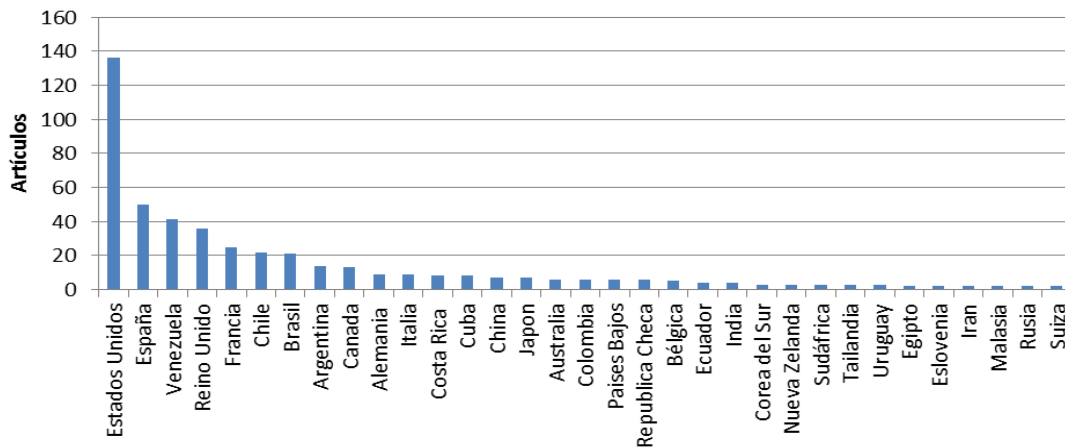


Figura 19. Colaboración internacional de COLPOS.

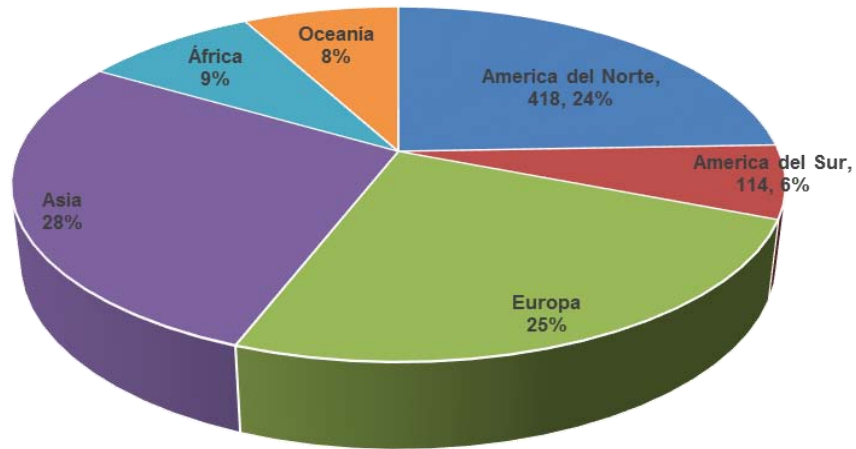


Figura 20. Colaboración internacional de CIMMYT.

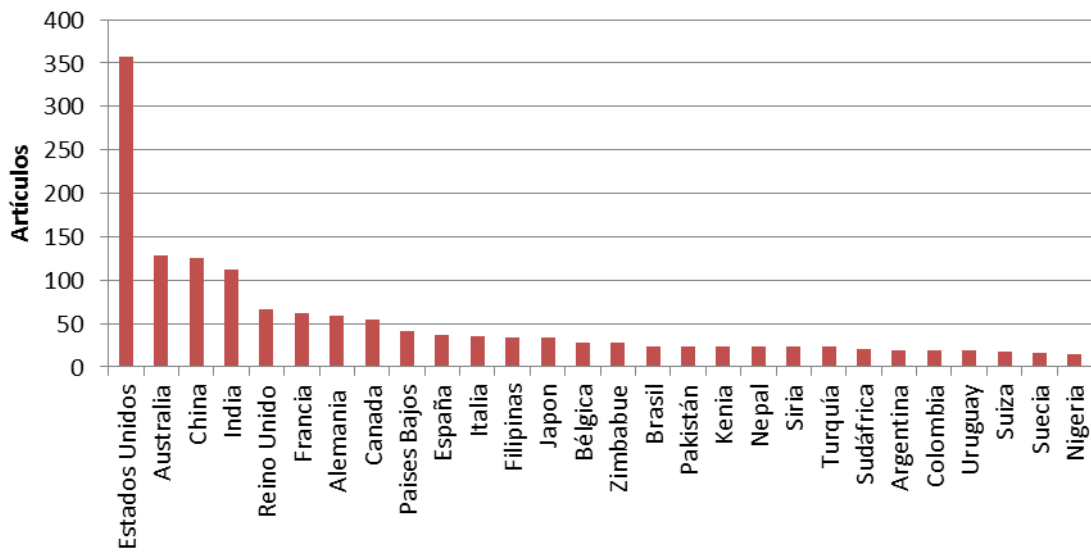


Figura 21. Colaboración internacional de CIMMYT.

Es importante hacer mención de que COLPOS tiene una colaboración con 56 países en comparación con INIFAP, COLPOS ha alcanzado mayor actividad científica con países a nivel mundial. Por último, podemos ver que la colaboración más sólida se lleva a cabo con países como Estados Unidos, Australia, China, India, en el caso de CIMMYT; y para COLPOS esta Estados Unidos, España, Venezuela y Reino Unido y por último para INIFAP Estados Unidos, Francia,

Canadá y España, entre otros países europeos y asiáticos, a nivel de países de la región de América del Norte, Central del Sur y el Caribe.

Los patrones por región geográfica de las tres instituciones son muy distintos: en INIFAP se destaca América del Norte, COLPOS tiene colaboración con América del Norte y América del Sur casi en porcentajes iguales y CIMMYT con América del Norte y Europa casi igual con Asia.

3.2.12. Redes de colaboración científica.

Uno de los objetivos de esta tesis, es identificar las redes de colaboración de los investigadores de cada institución, de COLPOS, INIFAP y CIMMYT, utilizando Pajek que es un “software para el análisis y visualización de redes sociales, desarrollado en la universidad de Ljubljana, Slovenia, por Vladimir Batagelj, Andrej Mrvar y la contribución de Matjaž Zaveršnik.” (Ruíz León, 2013). Este análisis incorpora una perspectiva de estudio formal en las ciencias agrícolas. Esta formalización se apoya en la teoría de grafos, “Un grafo G consiste de un conjunto finito V , no vacío, de s nodos (o vértices), junto con un conjunto X de r pares no ordenados de nodos distintos de V . Cada par $x=(u,v)$ de nodos en X , con $u, v \in V$, es una línea (o arista) en G .” (Ruíz León, 2013).

Para la elaboración de las redes y para el manejo de los datos se utilizó Excel de Microsoft office. Se tomó la columna de autores para llevarla a una nueva hoja de trabajo., A través de un proceso de desagregación se separaron los nombres de los autores por “;” posteriormente se agregó una columna para cada nombre con el fin de proporcionarle el número de identificación con el trabajo en colaboración, enseguida se agregó una “V” a las celdas vacías.

Se prosiguió la normalización del nombre de los autores para la obtención de autores únicos, se asignó un número a cada uno de ellos para formar una matriz, ya conformada la matriz, se establecieron las relaciones entre los autores para obtener el grado de colaboración de los mismos.

Una vez que se obtuvo la matriz y las relaciones, fue necesario transferir dicha información a un procesador de textos (Bloc de notas), después del identificador *Vertices se declara el número de actores dejando un espacio de separación. En el siguiente renglón y uno por renglón se la asigna un número a cada autor y se escribe el nombre entre comillas "" dejando un espacio de separación. Después del identificador *Edges, para cada vínculo se usó el número que se le asignó a cada actor y se declara una relación por renglón, así para definir el vínculo se escribirán los números separados por un espacio, posteriormente se guarda el archivo de texto con la extensión ".net" y otro con la extensión ".vec" de Vectores, con la información de la producción individual de cada autor. Enseguida se utilizan estos archivos y se ejecutan en Pajek para crear así las redes de colaboración (coautoría). El archivo se lee seleccionando del menú *File* utilizando la opción "Networks" "Vectors". Se verificó antes de que corriera la red, que los archivos coincidieran en el número que se encuentra al final del nombre del archivo (cantidad total de vértices) hecho esto se ejecutó Pajek desde Draw con Networks + First Vector.

3.2.12.1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Las Figuras 22 a la 26, presenta la colaboración científica de los autores adscritos en el centro de investigación INIFAP en forma global, donde la red social da presencia de los actores sociales que están vinculados en diversas maneras en un entorno. Estos datos corroboran lo mencionado en el apartado anterior, que el nivel de colaboración entre los investigadores crece paulatinamente. Para contar con una visión más detallada del desarrollo ocurrido en la colaboración científica e identificar a los autores con más prestigio y mayor centralidad en las redes, se optó por separar las redes por quinquenios. Esto nos permite ver con más detalle la densidad de las relaciones de coautoría registradas entre los años 1987-2010. En la imagen se puede observar que entre los investigadores de INIFAP hay autores únicos, la conformación de díadas (colaboración entre dos autores) y tríadas (colaboración entre tres autores); además de la identificación de más de tres

autores. Los diez autores con mayor producción en el periodo de estudio para INIFAP son: Acosta Gallegos J. A., con 40 colaboraciones, así de mayor a menor seguiría Huerta Espino J. con (36); Singh R. P. con (33); Rodríguez del Bosque L. A. con (28); Guzmán Novoa E. con (24); Guzmán Maldonado H. con (23); García Vázquez Z con (18); Mosqueda J. con (14); Page R E. con (14); Hunt G. con (13) y por ultimo Mendoza de Gives P. con (13) colaboraciones.

El primer quinquenio, 1987-1992, muestra la colaboración de uno de los autores con mayor número de relaciones en todo el período García Vázquez Z. que tiene una colaboración activa desde 1987-1992; de los diez nodos de autores más visibles, para este quinquenio, es el primero que aparece en colaboración con tres autores, entre ellos se encuentra Cruz Vázquez que se muestra con 11 trabajos en todo el período de estudio, Solorzano Salgado M. que solo tuvo esta participación y Rosario Cruz R. con 10 trabajos en colaboración. En este primer periodo los autores tuvieron entre uno y tres trabajos, algunos de manera individual y otros formando díadas y tríadas o colaborando con más de 4 autores.

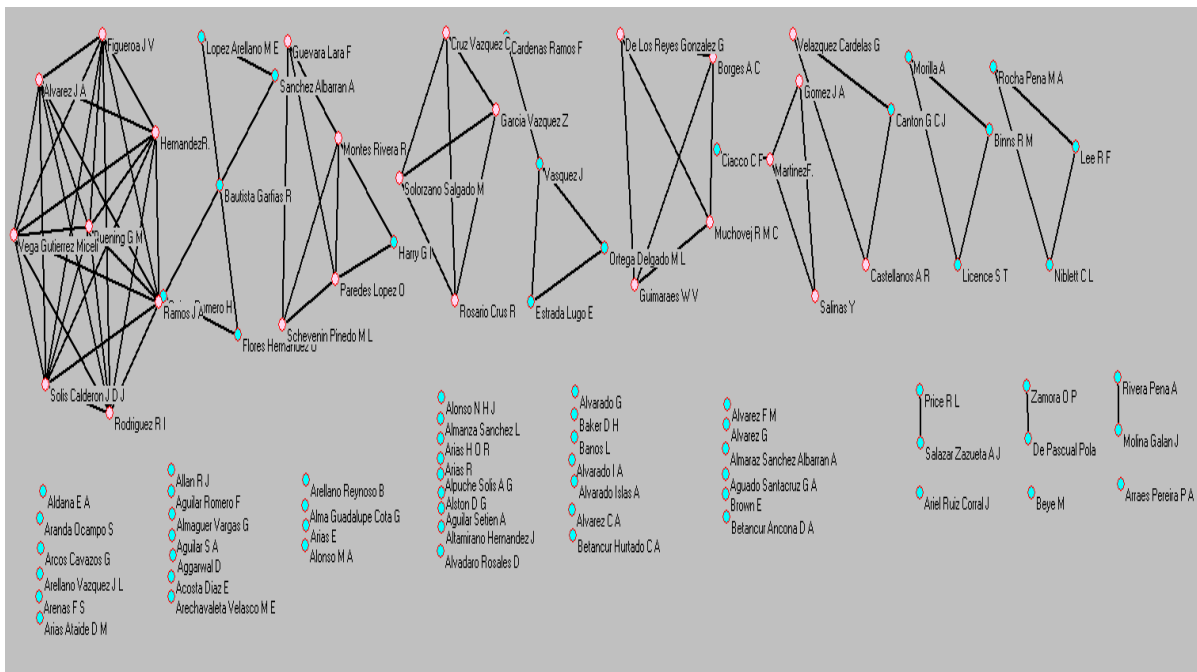


Figura 22. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1987-1992.

Podemos apreciar en la Figura 23 creció significativamente la colaboración y el número de investigadores de INIFAP, lo que provocó relaciones de colaboración más amplias. Se sigue mostrando autorías individuales, así como el vínculo entre dos, tres, cuatro, cinco y más autores en colaboración.

Esta red (Véase *Figura 23*) advierte la acumulación de prestigio de algunos autores, según el número de relaciones los identifica como autores centrales; es decir, que tienen capacidad para atraer mayor colaboración y son puente o punto de intermediación para abrir la colaboración con otros grupos, como es el caso de Acosta Gallegos J. A., que publicó 109 trabajos en colaboración. Cabe destacar que los autores más productivos se reflejan con la colaboración de 2 a 34 trabajos. Autores como Acosta Gallegos tiene una importante colaboración en este período, se observa el grado de acumulación de relaciones en el tamaño del nodo en, comparación con otros autores, muestra alianzas con autores poco productivos, sin embargo junto con Guzmán Maldonado H. y Simpson J. conforman la subred más productiva y que involucra más relaciones de coautoría mostrando una producción científica, basada en dos formas de organización: una principal, con autores formando subredes de colaboración aisladas entre sí y otra con autores trabajando en forma individual.

La forma de acumular prestigio en el grupo de investigación es a través del trabajo en colaboración, sin llegar a la cohesión entre los distintos grupos. Es una forma de organización de la producción de conocimientos dividida en grupos y en trabajo individual. También cabe la posibilidad de que allá diferentes áreas temáticas de investigación, y que solo se formen grupos de investigadores temas en común.

Entre los autores no cohesionados en la red general, se observa una producción alta de Huerta Espino junto con Singh R. P., investigadores que en todo el período de estudio lograron un prestigio siendo el punto de partida para hacer investigación en el campo agropecuario. Rodríguez Del Bosque L. A., es otro ejemplo, donde él es el punto central que conforma una subred de colaboración junto con autores con poca producción científica, Guzmán Nova por su parte

también con la conformación de una subred en alianzas con Hunt G. y Page R. E. Cabe destacar también el papel de Cruz Vásquez C., de segura Correa J. C. Villaseñor Mir E., que son autores con una producción alta pero sin cohesión con otros autores en este quinquenio, prevaleciendo la producción individual. Los autores más productivos están construidos en subredes de colaboración. Las subredes siguen aisladas entre sí. La producción institucional sigue dividida en grupos.

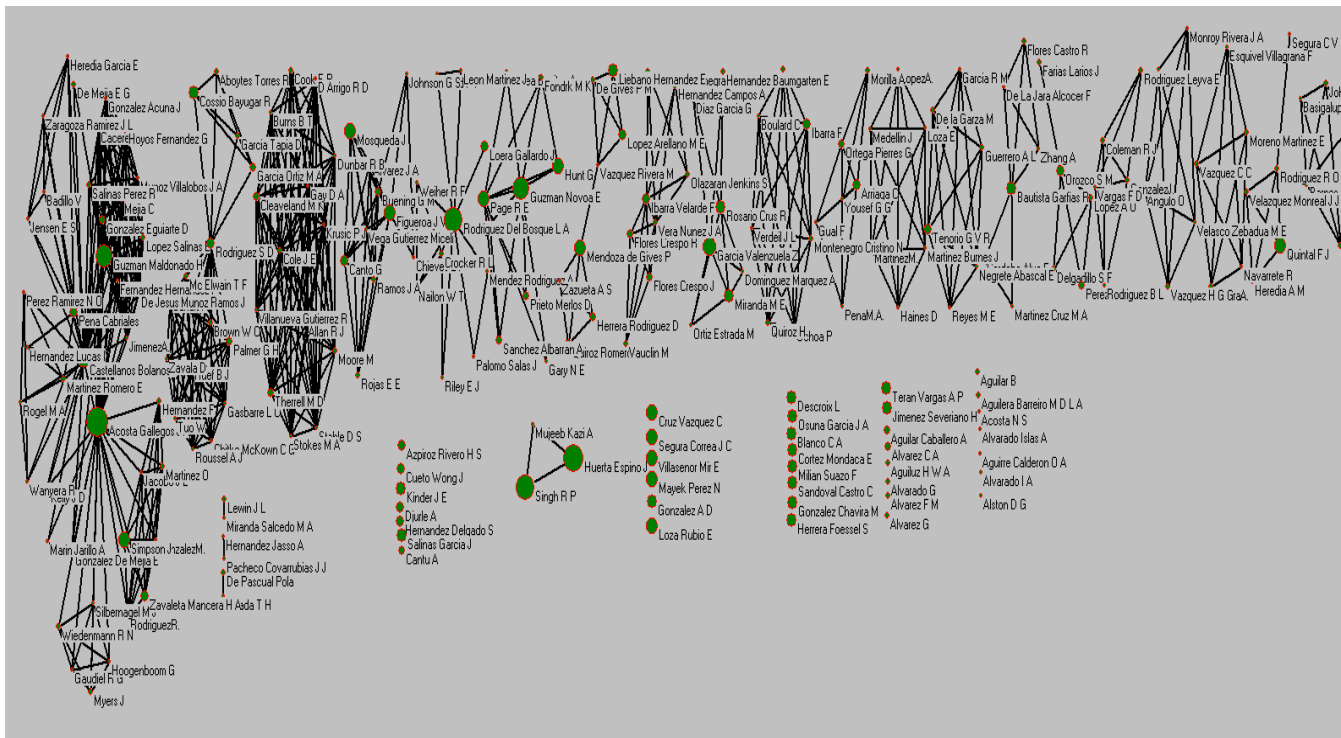


Figura 23. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1993-1998.

Se observa que se incrementa la colaboración científica, disminuyendo las prácticas investigación basadas en el trabajo individual, sin embargo se consolidan las subredes. Las formas de organización del trabajo científico más productivas se realizan claramente a través de la colaboración en subred. Los prestigios de los autores más productivos están construidos en subredes de colaboración. Las subredes siguen aisladas entre sí. La producción institucional sigue dividida en grupos.

En la Figura 24 en seguida muestra el período de 1999-2004, nuevamente se puede observar un crecimiento significativo en el número de autores y la colaboración científica. En este caso sobre salen de nuevo Acosta Gallegos J. A. hace presencia con 77 colaboraciones, con dos o más autores, Hunt G. con 36 colaboraciones, Guzmán Novoa y Guzmán Maldonado con 29 trabajos en colaboración, con ellos se integra el capital académico científico. En este quinquenio se pueden observar los diez autores con mayor producción científica, y se puede ver que Huerta Espino y Singh prevalece alta su productividad científica pero también su poca colaboración con otros autores, en este quinquenio solo Williams G. L. colaboro con ellos con un trabajo.

También se observa que prevalece la producción de tipo individual pero en menor escala que en los quinquenios anteriores, y díadas y tríadas con autores de poca producción científica.

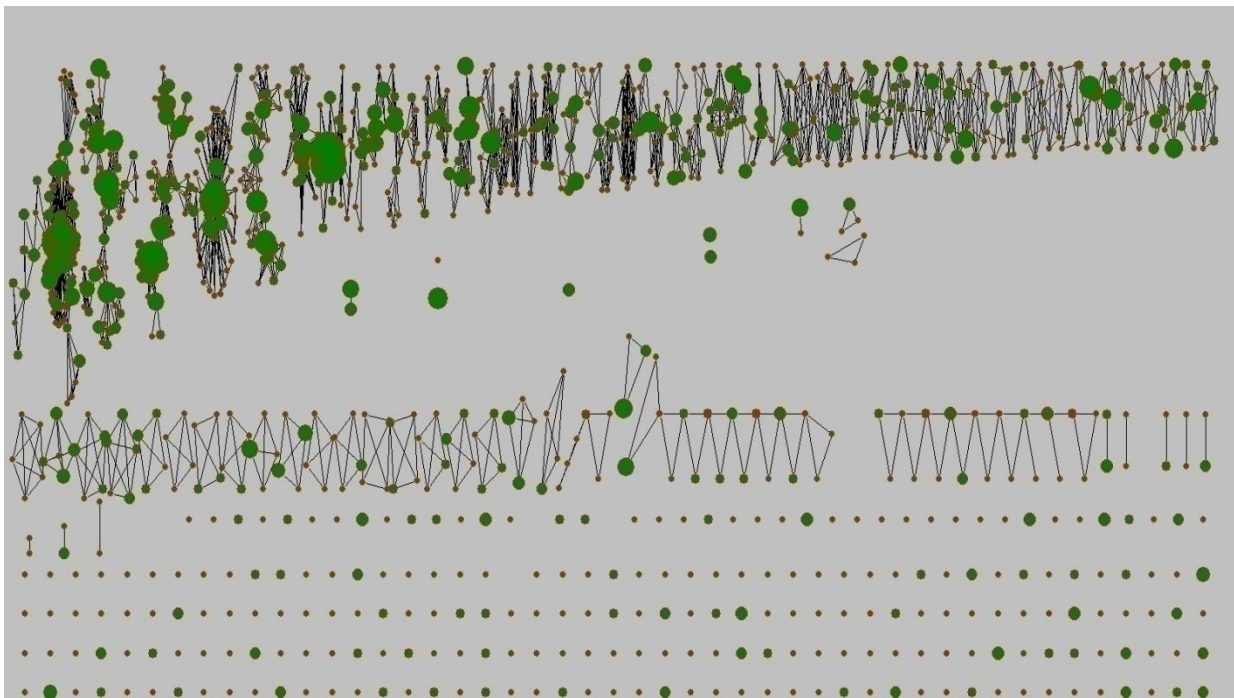


Figura 24. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1999-2004.

El último periodo de producción y colaboración de INIFAP, donde se puede visualizar que en este último quinquenio la participación extraordinaria de colaboración entre los autores con mayor producción, podemos observar la presencia de redes más elaboradas debido a la centralidad de gran parte de los autores, como Figueroa, García Vázquez, Page R. E., Hunt G., Guzmán Nova E., Huerta Espino, Acosta Gallegos, Singh, Guzmán Maldonado, Rodríguez del Bosque, González Chavira, Simpson J. y Salinas Moreno que conforman la red de colaboración más grande obteniendo una cohesión de la mayoría de los autores en este quinquenio, hay redes más pequeñas que se han mantenido a lo largo de los años con una o dos colaboraciones mostrando una producción baja.

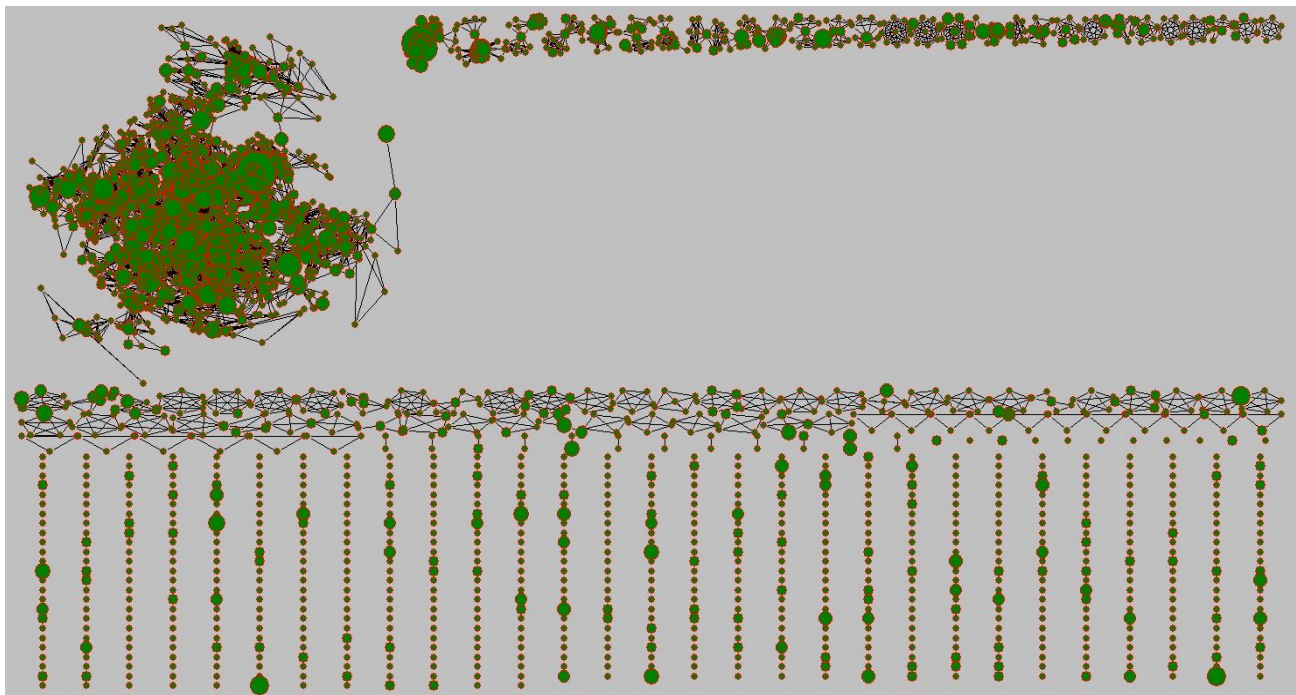


Figura 25. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 2005-2010.

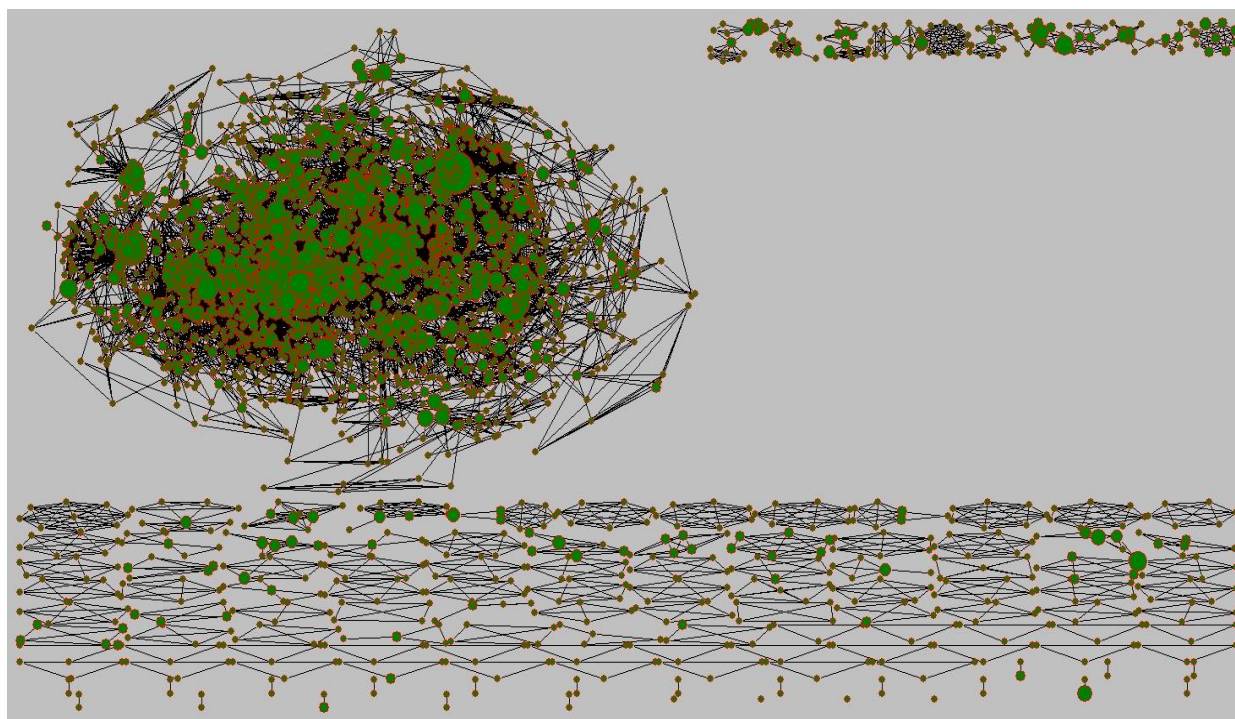


Figura 26. Red de relaciones de coautoría del INIFAP, en el período 1987-2010.

Finalmente se muestra la red de colaboración abarcando 1978-2010, en definitiva la colaboración que se muestra en INIFAP es muy amplia ya solo algunos autores publican en forma individual, la mayoría buscan con quien colaborar para hacer investigación científica. La colaboración entre autores hoy es señal de competitividad; el trabajo en equipo ayuda a sacar adelante proyectos individuales como colectivos, formando alianzas o vínculos para obtener un reconocimiento tanto individual como institucional. Los investigadores adscritos a INIFAP mostraron que la investigación que producen se obtiene por subredes, sin embargo los investigadores con mayor producción obtienen su prestigio de forma individual y colaborando de forma continúa con otros grupos de investigación.

3.2.12.2. Colegio de Postgraduados (COLPOS).

Las Figuras 27 a 29, presenta la colaboración científica de los autores adscritos en COLPOS en forma global, dando presencia a los autores que están vinculados en diversas maneras en el entorno de las ciencias agrícolas. Al igual que INIFAP,

podemos observar subredes de colaboración entre sus investigadores. Para contar con una visión más detallada nuevamente se prefirió separar las redes por dos periodos de 7 años, ya que los registros que se obtuvieron en la base de datos Scopus comienzan en 1996-2010.

Para COLPOS los autores con mayor producción son: Vargas Hernández J. con 29 trabajos en colaboración, López U.J., con (28); Vaquera Huerta H. con (23); Soto Hernández M. con (22); Zabaleta Mejía E. (20); García Mara R. (18), Gonzalez Hernández V. A. (18), López Mata L. con (18), Peña Valdivia C. B. con (18) trabajos. Enseguida se visualiza el primer periodo que abarca desde 1996-2002.

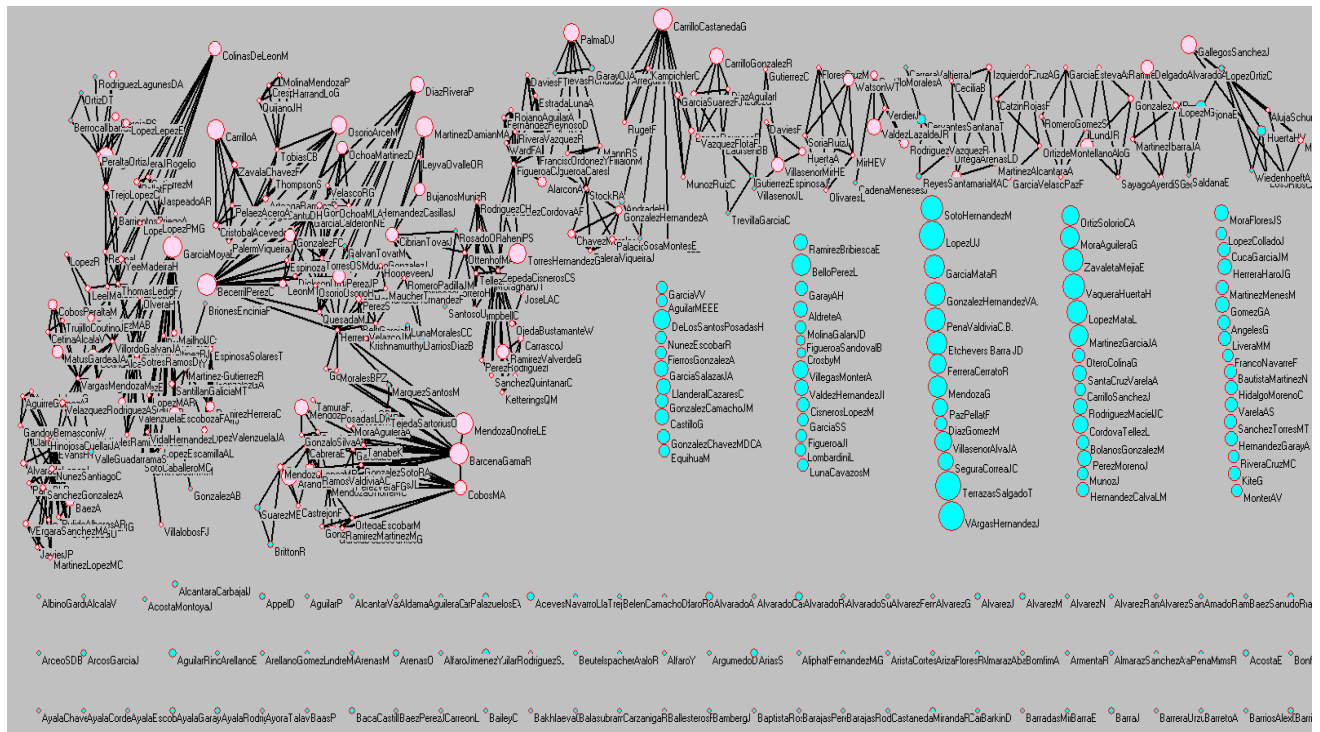


Figura 27. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 1996-2002.

En este primer período, podemos apreciar nuevamente las subredes, los autores con producción individual, díadas y tríadas. Investigadores que van obteniendo prestigio a través de su producción tanto individual como colectiva; cabe mencionar que los autores más productivos destacan desde este primer periodo con su producción individual, se observa a Peña Valdivia C. B. con una alta producción pero sin alguna cohesión con otros autores, solo por mencionar algunos esta: Vaquera Huerta H., Vargas Hernández, López U.J., González Hernández, Soto Hernández, Zavaleta Mejia E, Etchevers Barra J. D. entre otros.

Hay redes que se muestran con cinco o más autores donde destaca uno en particular, esto se puede observar por el tamaño del nodo que tienen, por ejemplo: Carrillo Castañeda muestra una subred de colaboración, siendo Carrillo el de mayor producción, Gallegos Sánchez J. de la misma manera es el de mayor producción, Becerril Pérez, Mendoza Onofre L. E. Barcena Gama y Cobos M. A. son autores que tienen una alta producción científica de manera individual pero a su vez mantienen una colaboración con otros investigadores.

El segundo periodo 1993-2010, muestra pequeñas subredes de colaboración y una cohesión de investigadores más amplia, donde conforman grupos de más de diez autores, sin embargo los diez autores con mayor producción han colaborando solo con 1 a 10 autores, entre los que destacan, Terraza Salgado T., Vargas Hernández J., Vaquera Huerta, Soto Hernández M., Zavaleta Mejia E., López U. J., Etchevers Barra J.D., García Mata García Mata R., que son los autores de mayor producción científica en el periodo de estudio, que han destacado de forma individual y colectiva, mostrando con sus trabajos una gran aportación en la investigación agrónoma de México.

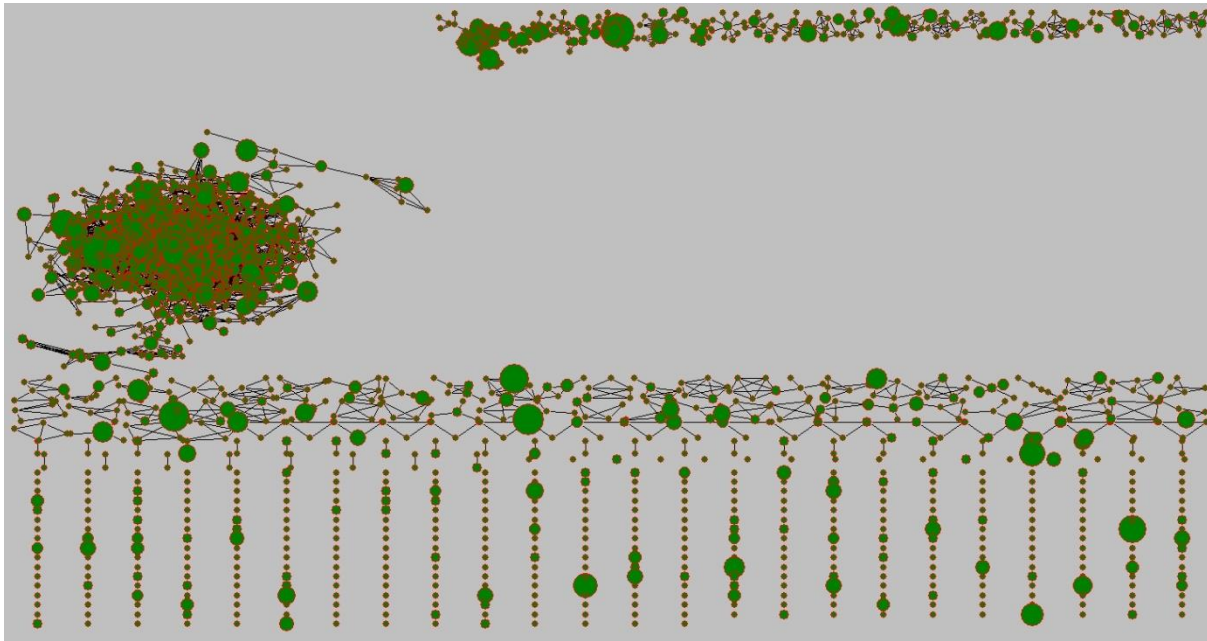


Figura 28. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 2003-2010.

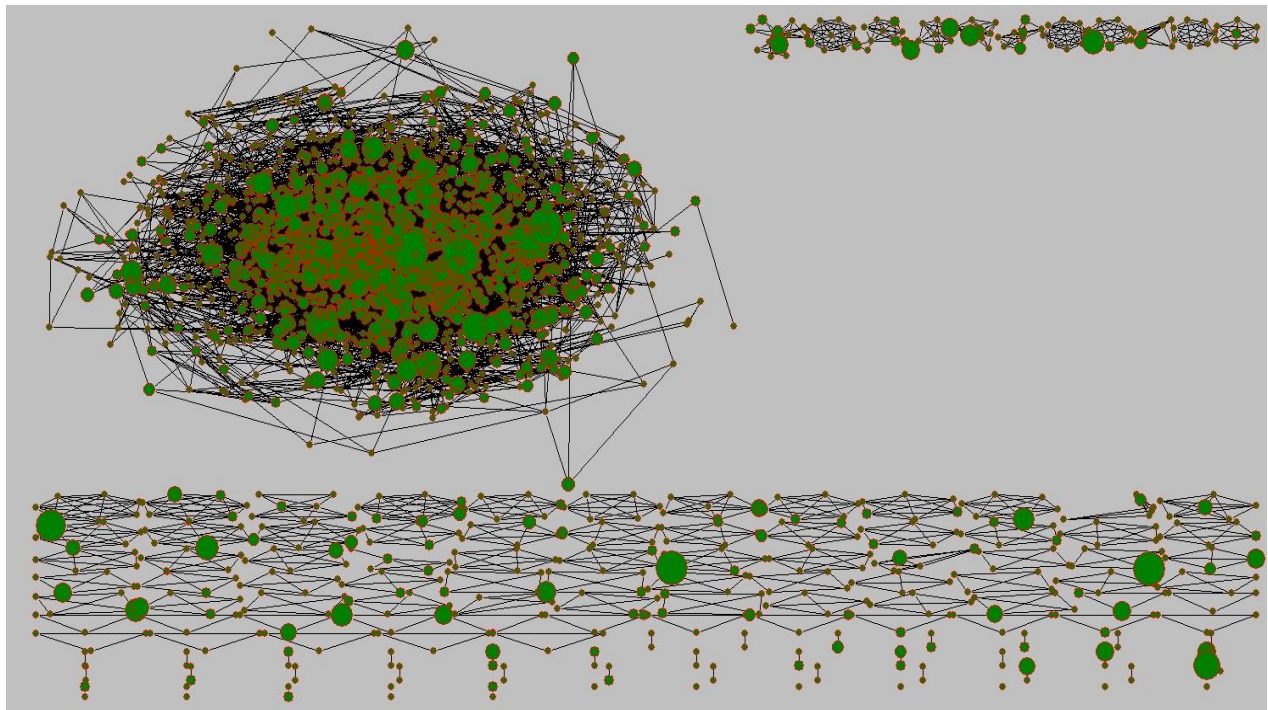


Figura 29. Red de relaciones de coautoría del COLPOS, en el período 1996-2010.

Finalmente COLPOS al igual que INIFAP muestra una red de coautoría de 1996-2010 significativa, se aprecia una cohesión de los autores de mayor producción dentro del periodo de estudio estos fueron los pilares y las principales alianzas para la mayoría de los autores que quería publicar; sin embargo permanecieron las subredes de colaboración. Los investigadores con mayor producción científica Humberto Vaquera Huerta; Terraza Salgado T., Vargas Hernández J., Etchevers Barra J. D. son investigadores que constituyeron su prestigio de forma individual y formado subredes de colaboración.

3.2.12.3. Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).

Por último CIMMYT, de nuevo para contar con una visión más detallada del desarrollo de la colaboración científica, se separó por tres periodos de nueve años ya que desde 1981 se registran trabajos en la base de datos Scopus. Los autores con mayor producción y colaboración en los trabajos del CIMMYT son: Crossa J. con 116 trabajos en colaboración, Singh P. con 102, Hoisington D. con 65, Reynolds M. con 59, Sayre K. con 54, Van Ginkel M. 49, Warburton M. con 46, Mujeeb Kazi A. con 42, Rajaram con 40.

En seguida se muestra el primer periodo de 1981-1990. Figura 30 aquí la forma de estructuración de las redes es distinta. La organización de la producción de conocimientos parte, principalmente, de prácticas científicas individuales, se observan díadas y tríadas de colaboración; cabe destacar que de los diez autores con mayor producción, en este periodo aparece Crossa J. con nueve trabajos en colaboración llegando ser el más productivo y el de mayor impacto, ya que en 1990 con el trabajo "*Statistical Analyses of Multilocation Trials*" publicado en *Advances in Agronomy* obtuvo 173 citas, sin embargo cabe destacar que este trabajo no tuvo colaboración fungiendo como autor único; en seguida se encuentra Reynolds M. con cuatro colaboraciones, Van Ginkel M. con tres y por último Mujeeb Kazi A. con tres trabajos en coautoría.

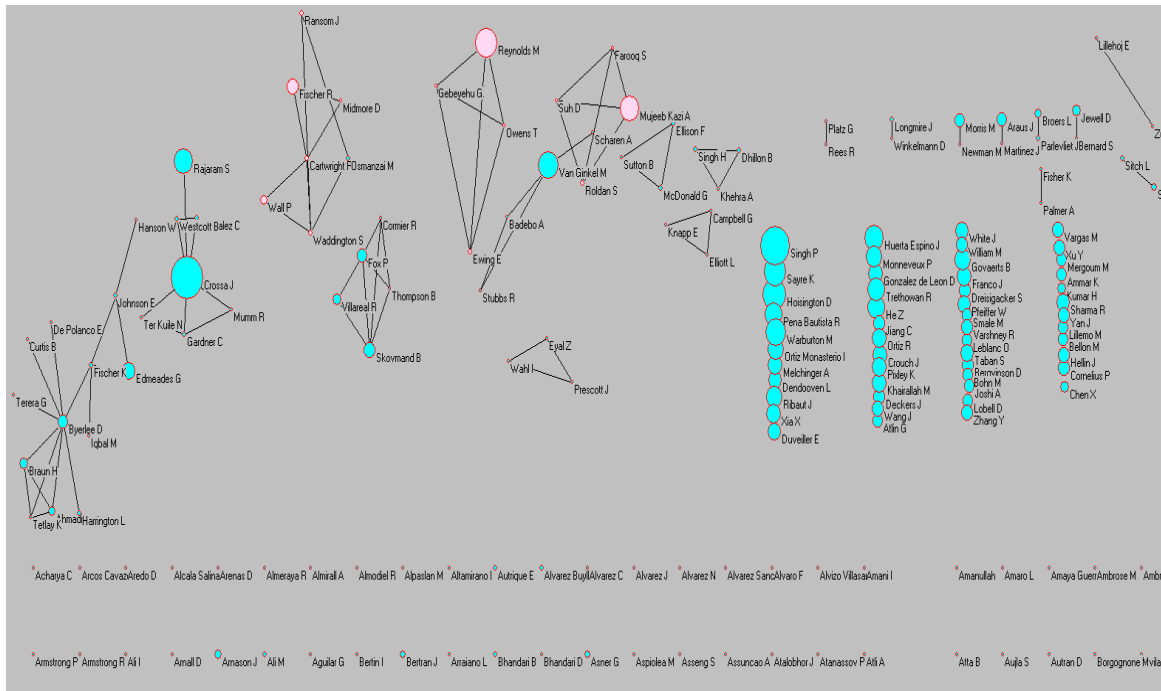


Figura 30. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1981-1990.

En este periodo la centralidad de la red la identifica Singh P. con una mayor producción científica destacando de maneja individual, esto se puede ver por el tamaño del nodo, de la misma manera Sayre K., Hoisington D., Peña Bautista R., Warburton M., Ortiz Monasterio I. entre otros, publicaron de manera individual siendo autores con más productividad científica. También se puede observar pequeñas subredes, que pueden mostrar mayor ventaja respecto a los demás en tanto que tienen más alternativas para realizar investigación en colaboración.

En el segundo periodo de 1991-2000, Figura 31 hay un evidente incremento en la colaboración científica de los investigadores de CIMMYT. 1991 es evidente que dio un giro significativo, mostrando una centralidad en la red, identificando nodos con mayor número de vínculos; entre los nodos más centrales en la estructura de la red se identificó a: Crossa J., Singh P., Hoisington D., Reynolds M., Sayre K., entre otros. La propiedad de centralidad de la red se basa en cada uno de los nodos de la red, en este caso muestra una red concentrada alrededor de uno o pocos nodos, sin embargo también visualizamos subredes de colaboración. No obstante se puede decir que la densidad de la red es alta.

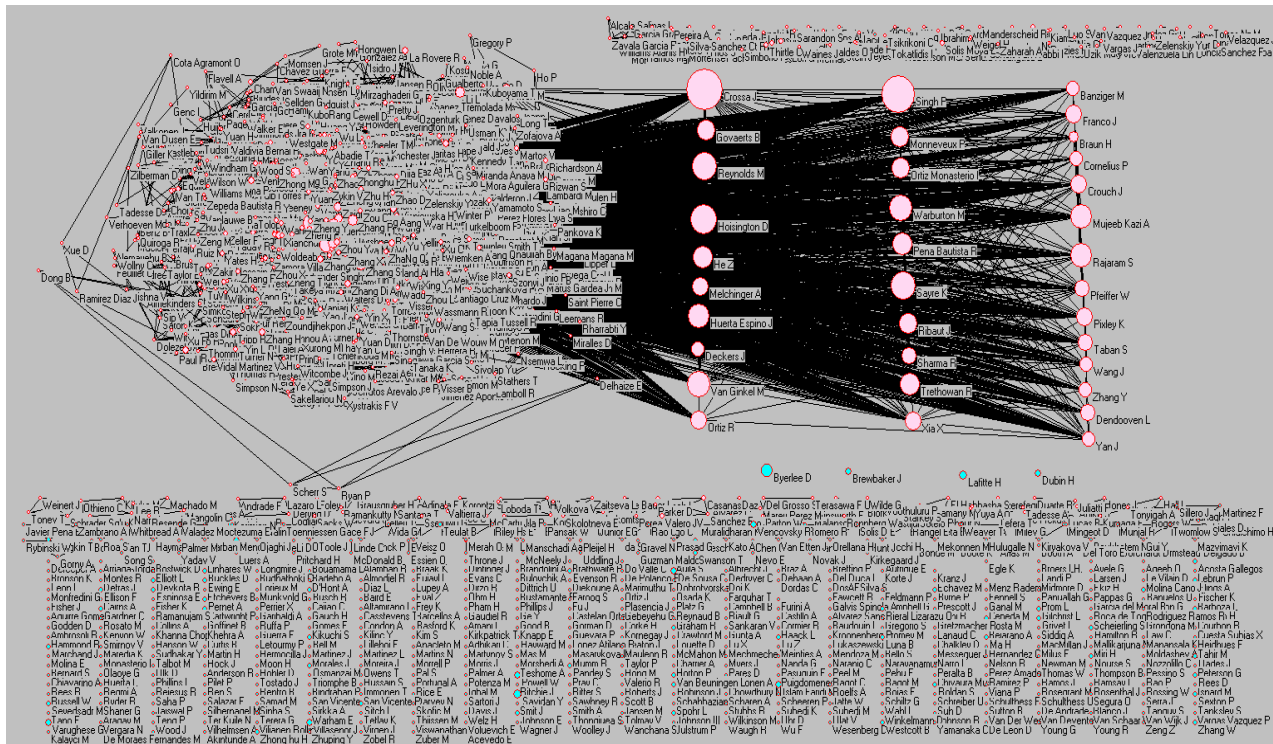


Figura 31. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1991-2000.

En el último periodo de 2001-2010, Figura 32 los autores de CIMMYT, nuevamente incrementan su número en cuanto a la colaboración, encontrando trabajos con más de 50 autores, como es el caso de: “*The generation challenge programme platform: Semantic standards and workbench for crop science*” publicado en 2008, donde colaboraron 58 autores, entre los cuales se encuentran: Bruskiwich R., Senger M., Davenport G., Ruiz M., Rouard M., Hazekamp T., Takeya M., Doi K., Satoh K., Costa M., Simon R., Balaji J., Akintunde A., Mauleon R., Wanchana S., Shah T., Anacleto M., Portugal A., Ulat V.J., Thongjuea S., Braak K., Ritter S., Dereeper A., Skofic M., Rojas E., Martins N., Pappas G., Alamban R., Almodiel R., Barboza L.H., Detras J., Manansala K., Mendoza M.J., Morales J., Peralta B., Valerio R., Zhang Y., Gregorio S., Hermocilla J., Echavez M., Yap J.M., Farmer A., Schiltz G., Lee J., Casstevens T., Jaiswal P., Meintjes A., Wilkinson M., Good B., Wagner J., Morris J., Marshall D., Collins A., Kikuchi S., Metz T., McLaren G., Van Hintum T., no obstante si impacto fue de solo 3 citas obtenidas en este periodo de estudio.

Los autores que obtuvieron mayor impacto, están: McDonald B.A. y Linde C. que en 2002 publicaron en *Annual Review of Phytopathology* su trabajo titulado “*Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance*”

obteniendo 484 citas; Reynolds M.P. junto con Araus J.L., Slafer G.A. y Royo C. con un trabajo tuvieron un impacto de 281 citas; Anderson J.A., Stack R.W., Liu S., Waldron B.L., Fjeld A.D., Coyne C., Moreno-Sevilla B., Fetch J.M., Song Q.J., Cregan P.B. y Froberg R.C., con su trabajo publicado en *Theoretical and Applied Genetics* obtuvieron 208 citas; así mismo se menciona que de los diez autores más productivos, se encuentra nuevamente Crossa J. con una colaboración de más de diez autores, publicando en el 2007 su trabajo titulado “Association analysis of historical bread wheat germplasm using additive genetic covariance of relatives and population structure” con 115 citas obtenidas.

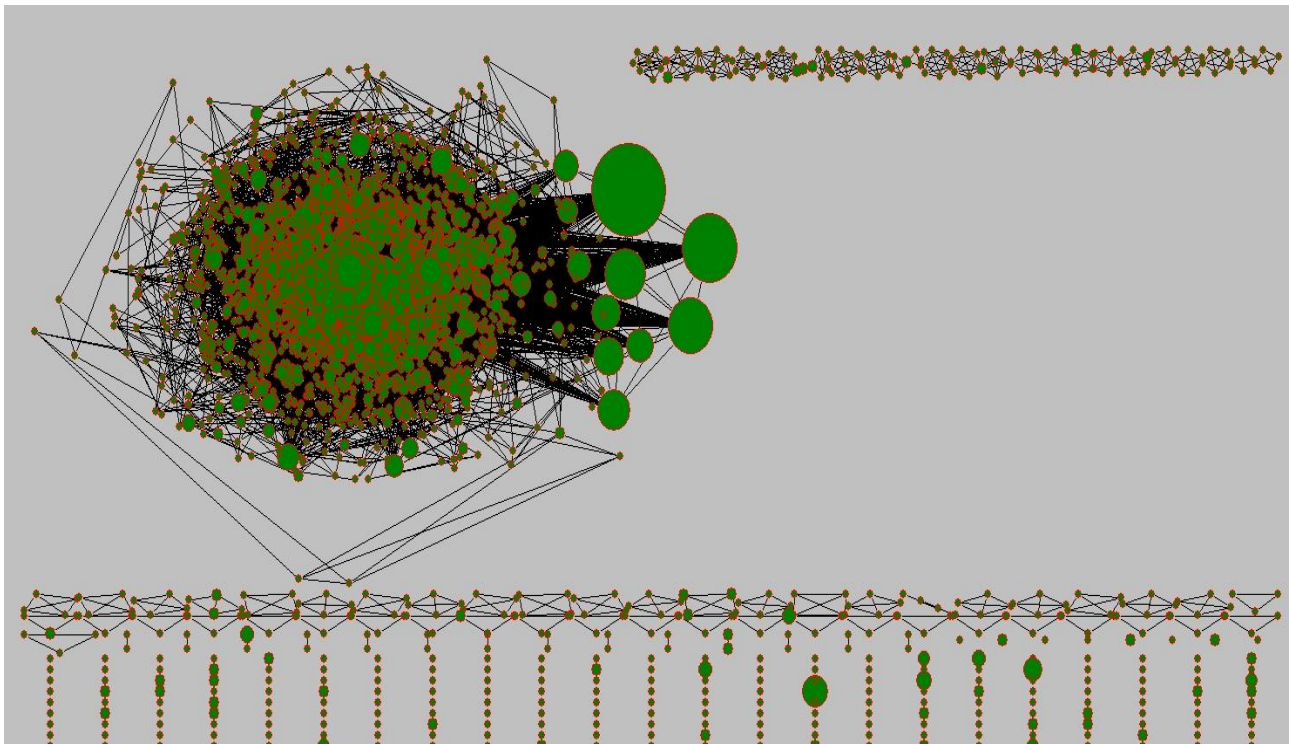


Figura 32. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 2001-2010.

En este tercer periodo claramente se muestra una centralidad en la red, los principales resultados han identificado que los investigadores más productivos en su disciplina científica ocupan una posición central en la red, siendo a su vez los de mayor prestigio dentro de su comunidad científica. Esto significa que la red está conformada por un grupo de investigadores muy productivos, mientras que otros investigadores con baja productividad ocupan una posición periférica en la red.

Los investigadores “estrella” son los que en todo el período de estudio fueron los más productivos pero también los que mantuvieron un vínculo con más de 50 investigadores, mientras que la mayoría de los investigadores es menor el número de relaciones. Por lo tanto la centralidad en la red atraer como consecuencia la identificación de un número más amplio de autores con dominio de capital académico científico, esto es, autores que lograron conformar mejores espacios de trabajo, despertando a su vez el interés de otros autores, dando lugar a redes más estructuradas y organizadas.

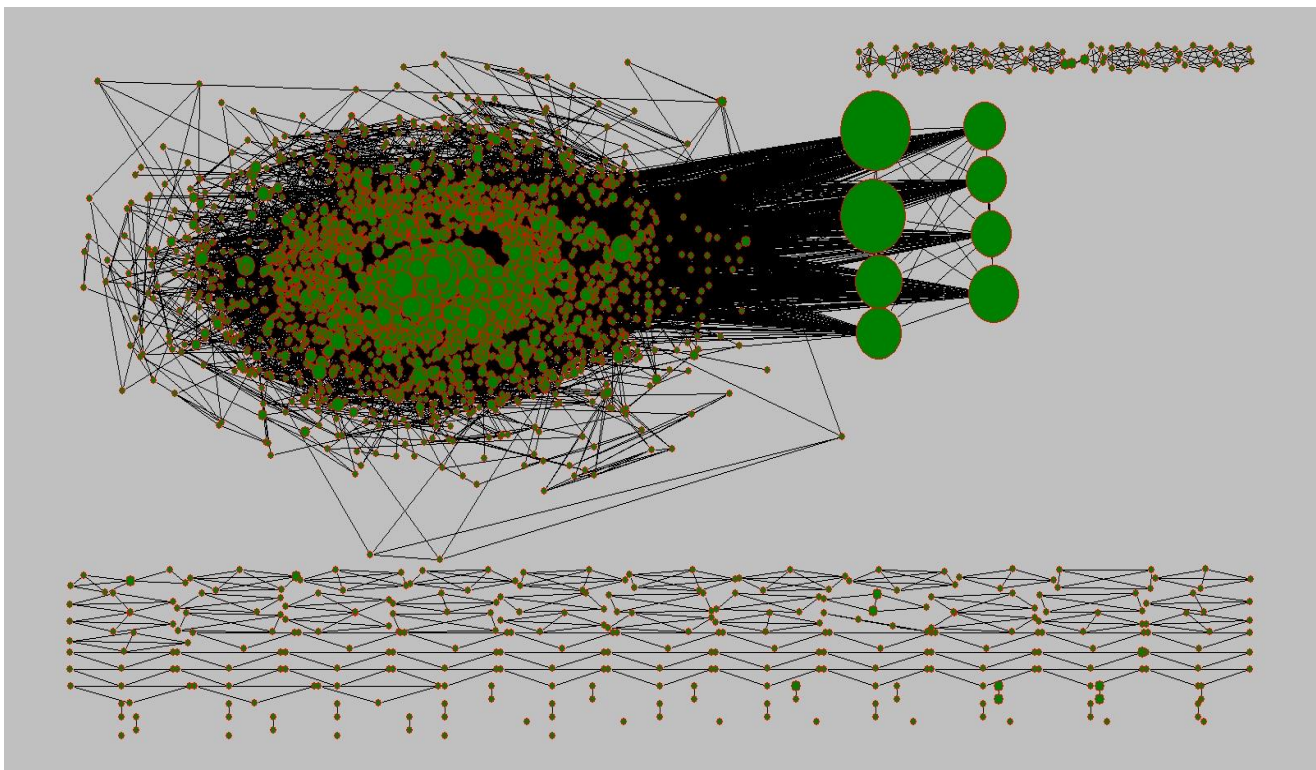


Figura 33. Red de relaciones de coautoría del CIMMYT, en el período 1981-2010.

Por último la red global de CIMMYT muestra la forma de organización más cohesionada de las tres instituciones; advierte la presencia de un número más grande de autores que juegan un papel central en la colaboración científica y son parte esencial para abrir la colaboración con otros grupos. En ella existe correlación entre los autores más citados y más productivos siendo también los más relacionados.

Las tres instituciones INIFAP, COLPOS y CIMMYT a través de los periodos de estudio fueron evolucionando sus redes de colaboración, todo indica a partir de los años 90 donde empieza su mayor producción e impacto de las tres instituciones. Este suceso está relacionado con el crecimiento de colaboración que ha ocurrido tanto a nivel nacional como internacional de la agronomía de México. INIFAP y COLPOS han demostrado contar con la suficiente infraestructura, como investigadores, equipos, laboratorios, capital específico, entre otros, lo que también ocurre con CIMMYT. Esto claramente repercute en forma de hacer investigación, en lo que se investiga y con quienes se colabora. Las dos instituciones nacionales, ya cuentan con redes más sólidas dando visibilidad a una organización que tiene como consecuencia capital científico más competitivo en todos los niveles de participación.

Hablando de las redes de colaboración y su influencia, fue determinante, pues sus relaciones y la intensidad de las mismas se ven diferencias en los tres casos, y define la importancia de su participación. Promover la colaboración a nivel nacional e internacional representa una vía para incrementar la producción de conocimientos, la participación de instituciones con mayores capacidades, dando la oportunidad de escalar y participar con actores más importantes.

Dentro del sector agropecuario INIFAP, COLPOS y CIMMYT, son centros muy productivos, y que reúnen las condiciones favorables para la investigación, respondiendo a las exigencias que la sociedad ha impuesto, en cuanto a la economía y desarrollo de investigaciones dedicadas a productos para la alimentación y el desarrollo de la población del país y del mundo, por medio de sus investigaciones dentro de la agronomía. Su estabilidad ha sido constante durante los 30 años de producción.

Finalmente para comprobar lo que se logró con esta investigación, se tomó en comparación trabajos ya existentes, como el de la Dra. María Elena Luna Morales, en coautoría con Evelia Luna Morales y Uriel Sánchez Martínez de su trabajo *“Patrones de producción e impacto científico del Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT): 1966-2010”*; aunque tomaron como referencia la base de datos WoS, la producción científica se muestra no tan diferente a la que se obtuvo en esta investigación, sin embargo en dicha

investigación CIMMYT registra trabajos desde las primeras décadas de 1960, 1970 y 1980 mostrando también gran impacto. Los patrones de producción e impacto científico también se vieron reflejados en la década de los 90s conforme a esto y de acuerdo a los resultados obtenidos se determina que CIMMYT, INIFAP y COLPOS han desarrollado un papel, fundamental en el crecimiento de la agronomía mexicana, así lo demuestran sus aportaciones y la trayectoria que han tenido a lo largo del periodo de estudio.

Otro de los trabajos a considerar fue el del Dr. Ángel Bravo-Vinaja en cuautoría con Elías Sanz-Casado en su trabajo *“Análisis bibliométrico de la producción científica de México en Ciencias Agrícolas durante el periodo 1983-2002”*. Con este trabajo se pudo comparar que INIFAP y COLPOS son unas de las instituciones nacionales dedicadas por entero a la investigación de Ciencias Agrícolas en México, junto con otras por ejemplo la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de Chapingo; estas cuatro instituciones publican más de 50% de los artículos. La mayoría de la producción científica es realizada por universidades y centro públicos de investigación. Finalmente las instituciones internacionales también mostraron una gran colaboración en INIFAP, COLPOS y el CIMMYT.

Los resultados de esta investigación no quedaron separados de los resultados que se obtuvieron en estos dos trabajos, que hablan precisamente de la producción de conocimientos en la agronomía mexicana y que son importantes mencionar en esta ocasión.

3.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la presente investigación se realizó un estudio comparativo que permitió visualizar la producción e impacto de la literatura científica de tres de las instituciones que generan investigación en el sector agrícola en México, en el período de 1981-2010; así como el grado de comunicación y colaboración que existe entre los investigadores adscritos a ellas. Para esto; se utilizaron métodos y técnicas bibliométricas, mediante la aplicación de diversos indicadores que permitieron analizar el tamaño, el crecimiento, la visibilidad y la distribución de las publicaciones que se analizaron; así como, la productividad de los autores y las instituciones. Mostrando así, una visión completa de todos los actores involucrados en el fenómeno de la colaboración científica entre estas tres instituciones: El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), un organismo público descentralizado del Gobierno Federal, sectorizado en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); El Colegio de Postgraduados (COLPOS), una institución autónoma con financiamiento público, que tiene como objetivo realizar investigación científica y tecnológica, e impartir educación de posgrado en materia agroalimentaria, forestal y afines; y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), un centro internacional con sede en México, financiado por agencias internacionales, gobiernos nacionales, fundaciones y entidades del sector privado.

En un inicio los resultados obtenidos en marzo de 2014, muestran que con 1,444 trabajos y 31,308 citas, CIMMYT tiene un perfil de producción, impacto y colaboración científica más alto, que el de las instituciones de carácter nacional. Esta situación corresponde con la hipótesis planteada en la presente investigación; Sin embargo, cabe destacar que en una búsqueda posterior, realizada en mayo de 2016, se demuestra que COLPOS rebasó a CIMMYT en cuanto a producción científica se refiere, pues hubo un incremento significativo de documentos en Scopus, 1,746 artículos, y 16,679 citas (*Véase Anexo 1*). No obstante, aunque las otras dos instituciones no mostraron cambios significativos

en su producción científica, si lo hubo en el número de citas recibidas; ya que CIMMYT se mostró con los mismos 1,444 trabajos, pero alcanzo las 44,644 citas; mientras que para INIFAP, solo se localizaron 12 documentos más, llegando así a los 1,042 trabajos, pero con un total de citas de 13, 816

Asimismo, se alcanzaron los objetivos que inicialmente se plantearon, de acuerdo con:

¿Qué características en particular definen a CIMMYT como una institución de índole internacional en comparación con las dos instituciones nacionales?

El CIMMYT, se creó con el propósito a desarrollar diversas variedades de trigo y otras semillas, esto para brindar ayuda a México en su escasez de alimentos. Desde un inicio, la Fundación Rockefeller que se caracteriza por ser una institución filantrópica con experiencia en el establecimiento de programas internacionales, ayuda a la creación de dicha institución. Desarrollando una institución regulada por un conjunto de normas propias, con miembros a nivel mundial, con presencia internacional y sin fines de lucro. Siendo así, una organización intergubernamental (ONG).

Este tipo de instituciones, tiene objetivos a nivel internacional, tiende a enfocarse más en cuestiones mundiales y a niveles particulares, que a niveles sistémicos de un Estado en particular. CIMMYT trabaja con una red mundial de colaboradores en pro de reducir la pobreza y el hambre. Siendo miembro del Consorcio del CGIAR; recibe fondos de diferentes estancias gubernamentales tanto del sector público y privado.

En comparación con instituciones como INIFAP y COLPOS, éstas por su parte están vinculadas al gobierno, siendo así una institución estatal cuya administración está a cargo del gobierno en turno. Como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipos de productores, atribuye al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano.

¿Cuál ha sido la contribución de CIMMYT a la ciencia nacional?

CIMMYT como institución internacional, ha contribuido en varios aspectos como:

En la política científica, ha contribuido a lograr una cooperación agrícola entre otros países de diferentes regiones, actualmente está colaborado con más de 90 países, pertenecientes de Europa, América del Sur, América del Norte, Asia, Oceanía y África.

Su colaboración científica ha sido de manera interinstitucional, siendo un agente inmenso de esfuerzo cooperativo, ya que fomenta un proceso acumulativo de generación y validación del nuevo conocimiento por parte de los miembros de su comunidad científica, formando vínculos cooperativos entre INIFAP y COLPOS, que establecen con investigadores de todas partes del mundo, cuyas contribuciones le han permitido fundamentar su trabajo.

¿Cuál ha sido el desarrollo de INIFAP y COLPOS?

El desempeño de las instituciones al inicio del periodo de estudio, no había sido demasiado favorable, a pesar de que en el período 1977-1982 se le otorgó una alta prioridad a la producción agropecuaria. Durante este periodo la agricultura tuvo un ligero repunte; sin embargo, dicha recuperación duraría poco, puesto que para la década de los ochenta, hubo una problemática económica que agudizaría una crisis agroalimentaria provocando la caída del PIB agrícola que en el periodo 1982-1987 solamente logró una tasa de crecimiento de 0.7%. Sin embargo en los noventas la política económica del país sufrió transformaciones importantes que le permitieron insertarse al libre mercado y al proceso de globalización.

Promover la colaboración a nivel nacional e internacional representa una vía para incrementar la producción de conocimientos, la participación de instituciones con mayores capacidades, dando la oportunidad de escalar y participar con actores más importantes.

Dentro del sector agropecuario INIFAP y COLPOS han demostrado ser instituciones productivas y proactivas en el campo de la investigación agrícola,

reúnen las condiciones favorables para la investigación, respondiendo a las exigencias que la sociedad ha impuesto, en cuanto a la economía y desarrollo de investigaciones dedicadas a productos para la alimentación y el desarrollo de la población del país y del mundo.

Estas instituciones son de los primeros esfuerzos realizados en México, para desarrollar investigación agrícola en el país, además de que se logró establecer vínculos entre Instituciones-Universidades-Estado. Para esta investigación, estas tres relaciones son bastante claras, pues mucha de la investigación que se realizó se llevó a cabo en colaboración de las mismas. De alguna manera la interacción que han tenido las tres, ha contribuido a que México se posicione de alguna manera entre los países que hacen investigación internacional dentro de este campo de estudio.

Los resultados obtenidos muestran claramente los patrones de producción e impacto que presentan los centros INIFAP, COLPOS y CIMMYT, éstos se definieron a partir de la década de 1990, donde los investigadores consiguieron sostener crecimientos más constantes de trabajos y citas. Así tenemos que, el periodo de mayor producción e impacto científico de las tres instituciones se identificó a partir de 1996-2010; en los cuales, COLPOS publica el 78% de su producción total, con un impacto de 2,236 citas, CIMMYT generó el 58% de su producción en estos mismos años, alcanzando las 28,715 citas, e INIFAP alcanzó el 65% de su producción científica, con 3,044 citas. Se puede observar que CIMMYT tiene un mayor impacto de citación, rebasando por mucho a INIFAP y a COLPOS; con lo que podemos deducir, que esta diferencia de cifras, tiene que ver con la importancia de lo que se publica y en donde se divulgan los trabajos realizados, lo que de alguna manera, influye y determina su comportamiento en los índices nacionales e internacionales.

Con ello, podemos puntualizar que el proceso de interacción entre dos o más individuos e instituciones, logra el fin común de generar nuevo conocimiento y una mayor producción, en esta ocasión las tres instituciones han logrado intensificar el trabajo cooperativamente que tienen una con la otra. La importancia que ha

cobrado la colaboración científica entre estas tres instituciones, dio forma a la investigación agrícola que se hacía en México y en el mundo.

Las instituciones lograron sobresalir de 1996 en adelante, puede decirse que quizá fueron contando poco a poco con el fortalecimiento de una infraestructura científica y tecnológica más fuerte, esto estimularía la interacción entre los agentes e instituciones, y como consecuencia a esto, se mejoraría los flujos de información y comunicación entre la comunidad científica.

No obstante, lo anterior se muestra como consecuencia del desarrollo de instituciones gubernamentales que han tenido un papel primordial en el desarrollo de la enseñanza y en la investigación agrícola, desempeñándose con gran interés por fomentar nuevas políticas públicas vinculadas al progreso económico, industrial, de infraestructura, así como la reconstrucción científico-tecnológica.

A través de este estudio queda probada la importancia de los estudios apoyados con fundamentos teóricos y técnicas métricas, en este caso el análisis que nos puede proporcionar la bibliometría; sobre todo, cuando se pretende determinar aspectos relacionados con la producción e impacto de la literatura científica de un país, una institución o dentro de un área específica del conocimiento humano. Además, que resulta claro el papel que le corresponde al bibliotecario como profesional de la información de desarrollar este tipo de estudio a fin de involucrarse en los estudios de las comunidades científica y ser partícipes de su difusión.

ANEXOS

Anexo 1. Consideraciones finales para COLPOS.

Es preciso mencionar que durante la elaboración de este trabajo, los resultados obtenidos en el caso de COLPOS mostraron un incremento importante con respecto a su producción, pero no así el CIMMYT, ni el INIFAP.

Se debe a que la base de Scopus tuvo una cobertura histórica de datos limitada en el caso particular del COLPOS, ya que arrojó resultados a partir de 1996 en adelante; por lo que se puede decir que de 1981 a 1995, no se recuperaron registros, y el periodo de obtención de datos se vio limitado por esta deficiencia en la base. En marzo de 2014, fecha en que se realizó la primer búsqueda, se obtuvieron un total de 1,050 trabajos; sin embargo, al realizar una búsqueda más reciente en mayo de 2016, se encontró en Scopus un aumento notable, llegando a unos 1,746 trabajos; con lo cual, en el caso de COLPOS hay una discrepancia significativa en los resultados finales de este estudio.

Ahora bien, aunque las otras dos instituciones no mostraron cambios trascendentes en su producción científica, es pertinente mencionar que si lo hicieron en el número de citas recibidas; ya que CIMMYT se mostró con los mismos 1,444 trabajos, pero de las 31,308 citas alcanzadas en 2014, pasó a 44,644 citas en 2016; mientras que INIFAP, de los 1,030 trabajos inicialmente localizados, llegó a 1,042, y de 1,811 citas, alcanzó las 13, 816 en 2016.

Esto se puede explicar ya que los resultados varían de un año a otro, dado que la base de datos de Scopus está constantemente indexando nuevos contenidos (revistas, libros, conferencias, etc.), en donde seguramente se incluyeron nuevas publicaciones de COLPOS, mismas que inclusive se pudieron indexar de manera retrospectiva. Por otro lado, cabe mencionar que los trabajos que se recuperaron recientemente, responde a que en 2014 se indexaron en Scopus 65,000 nuevos documentos durante todo el año, y en 2015 se agregaron 75,000 más. Es importante considerar que el crecimiento de la base de datos es constante, y esto

a su vez puede afectar en los resultados que se obtienen de un periodo a otro. Ejemplo de esto, es que hasta febrero de 2016, se agregaron en la base cerca de 6,000 documentos más.

Finalmente para la obtención de estos datos, fue necesario consultar a uno de los capacitadores de Elsevier México, quien pudo responder a la incógnita, del porque había esta variación de los resultados que se obtuvieron en dos periodos diferentes. (Fuente: Capacitador de Elsevier México MTI. Juan Miguel Juárez del Toro, 2016).

La Figura 34 muestra la última búsqueda que se realizó en Scopus en mayo de 2016, delimitando la búsqueda por el período de estudio 1981-2010 y por Afiliación: “Colegio de Postgraduados”, “Colegio de Postgraduados Campus Veracruz”, “Colegio de Postgraduados Campus Tabasco”, “Colegio de Postgraduados Campus Puebla”, “Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí”, “Colegio de Postgraduados Campus Montecillo”, “Colegio de Postgraduados Campus Cordoba”, arrojando los siguientes resultados.

The screenshot shows the Scopus search interface. At the top, there are navigation links for Scopus, SciVal, Register, Login, and Help. Below this is a search bar with a complex query: (AF-ID ("Colegio de Postgraduados" 60033065) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus Veracruz" 60031140) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus Tabasco" 60006537) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus Puebla" 60001778) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí" 60031998) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus Montecillo" 60011345) OR AF-ID ("Colegio de Postgraduados Campus Cordoba" 60005234)) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2016) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2015) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2014) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2013) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2012) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2011) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1979) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1978) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1976) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1975)) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 1974) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1973) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1972) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 1967))). The search results show 1,746 document results. The results are sorted by Date, Cited by, and Relevance. The first result is "Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively produced spineless cactus for 1 ruminants" by Pinos-Rodríguez, J.M., Velázquez, J.C., González, S.S., Álvarez, G., Jasso, Y., published in 2010 in the South African Journal of Animal Sciences, 40 (3), pp. 245-250. Other results include "Influence of supplemental amino oligosaccharides on in vitro disappearance of diets for dairy cattle and its 2 effects on milk yield", "Preparation of inoculum of Pleurotus ostreatus in laminar flow hood rustic 3", "Soil organic carbon changes at the plot level in hillside systems 4", "Bark and wood anatomy of the tribe Hamelieae (Rubiaceae) 5", and "Nutritional characterization and use of cane sugar and processed waste in diets for sheep | Caracterización 6 nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos".

Figura 34. Segunda búsqueda y recuperación de la producción científica de COLPOS 1981-2010, mayo 2016

COLPOS obtuvo un total de 1,746 trabajos en el período de 1981-2010, en la Figura 35 se muestra la producción anual, y se observan trabajos de investigación desde 1981; dato que no se obtuvo en la primera búsqueda exhaustiva que se realizó en 2014.

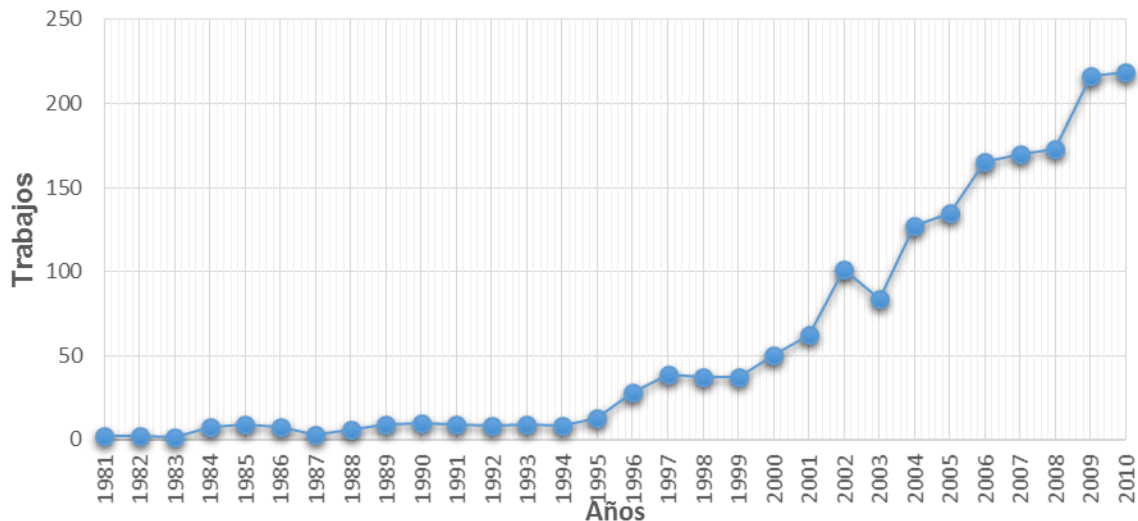


Figura 35. Producción científica del COLPOS 1981-2010, por series anuales.

En 1981 COLPOS publica dos artículos, “The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems” que obtuvo 81 citas; con la colaboración University of California, Rama de Fitopatología, Colegio de Postgraduados y Colegio Superior de Agricultura Tropical. Sucesivamente COLPOS va produciendo cada vez más trabajos hasta llegar a 1996, donde se dispara la producción científica, hasta alcanzar en el 2010, los 219 documentos.

En cuanto al impacto de citas logradas por COLPOS en esta segunda búsqueda, dan un total de 16,679 citas, de 1981-2010; comparando los datos que se obtuvieron en la primera búsqueda, de 1996 a 2010, se identificaron sólo 3,899 citas; esto implica, que en la segunda búsqueda se recuperó un 77% más de citas recibidas en los trabajos publicados. En la Figura 36, se puede observar la distribución de las citas por año de producción. Comparando a CIMMYT con las dos instituciones nacionales, se puede observar una diferencia significativa en

cuanto al impacto obtenido en sus trabajos; no obstante, el total de citas logradas en los trabajos de las instituciones nacionales, nos muestran que tanto COLPOS como INIFAP, tienen una participación destacada en el área de las Ciencias Agrícolas del país.

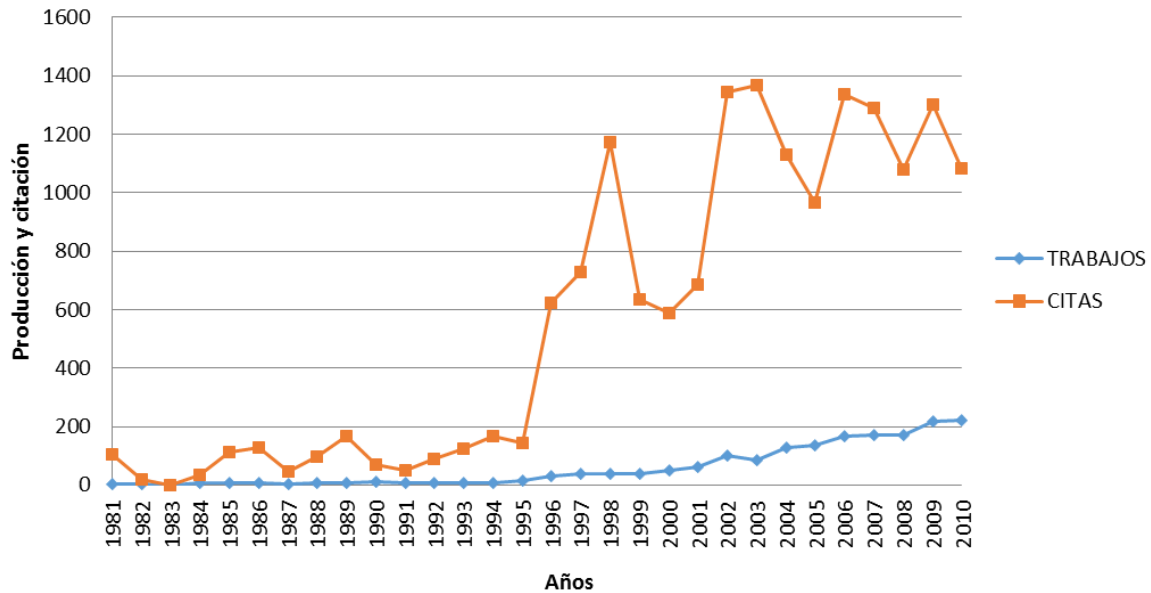


Figura 36. Producción científica y el total de citas obtenidas de COLPOS 1981-2010, por series anuales.

En la figura anterior nos muestra que de 1981-1995, COLPOS publicó de uno a diez trabajos por año, las citas obtenidas en este período fue de 1,350. El incremento que se dio a partir de 1996 al 2010; es decir, la mitad del periodo de estudio, su incremento fue bastante significativo, ya que obtuvo 15,327 citas, lo cual representa el 90% del total de citas obtenidas en los 30 años de estudio.

A si también, podemos decir que las principales revistas de mayor publicación e impacto para COLPOS, siguen siendo *Agrociencia*, *Interciencia*, *Revista Fitotecnia Mexicana* y *Acta Horticulturae*, esta última no figuraba en los resultados anteriores; y sin embargo, aparece con 32 trabajos publicados, también aparece *Crop Science* con 23 trabajos, que es una de las revistas con un alto SJR.

Otro indicador importante, son los diez autores con mayor producción del Colegio de Postgraduados; en esta segunda búsqueda se encontró que: Etchevers-Barra es el más productivo con 44 trabajos; le sigue Peña-Valdivia, con 31 trabajos; Soto-Hernández, con 30; Vargas-Hernández, con 29; López-Mata con 26; Mora-Aguilera, con 25; Romero-Nápoles, con 25; Bárcena-Gama y Torres-Hernández, con 24.

En cuanto a la colaboración interinstitucional, COLPOS sigue mostrando que la mayor colaboración se encuentra entre las sedes del mismo Colegio, con 1,616 trabajos, y muestra una colaboración a nivel nacional e internacional, con una participación de 2,508 autores provenientes de 56 países de América Latina, Europa, Asia, y otras partes del mundo. Nuevamente las instituciones a nivel nacional representan las que tienen mayor colaboración interinstitucional como: Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma del Estado de México (UAED), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASP), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), con la Universidad de Texas, la Universidad de Florida, con Agricultural Research Service (USDA) de Washington D.C., entre otras.

Finalmente, la colaboración nacional e internacional que COLPOS establece con más de 60 países, se ve representada en la Figura 37, la cual nos muestra a los 15 más representativos, donde COLPOS presenta mayor producción y colaboración en México, representado por el 74%, en seguida se muestra Estados Unidos con el 12%; y con el resto de los países de América, Europa y Asia, mantiene un porcentaje mucho menor.

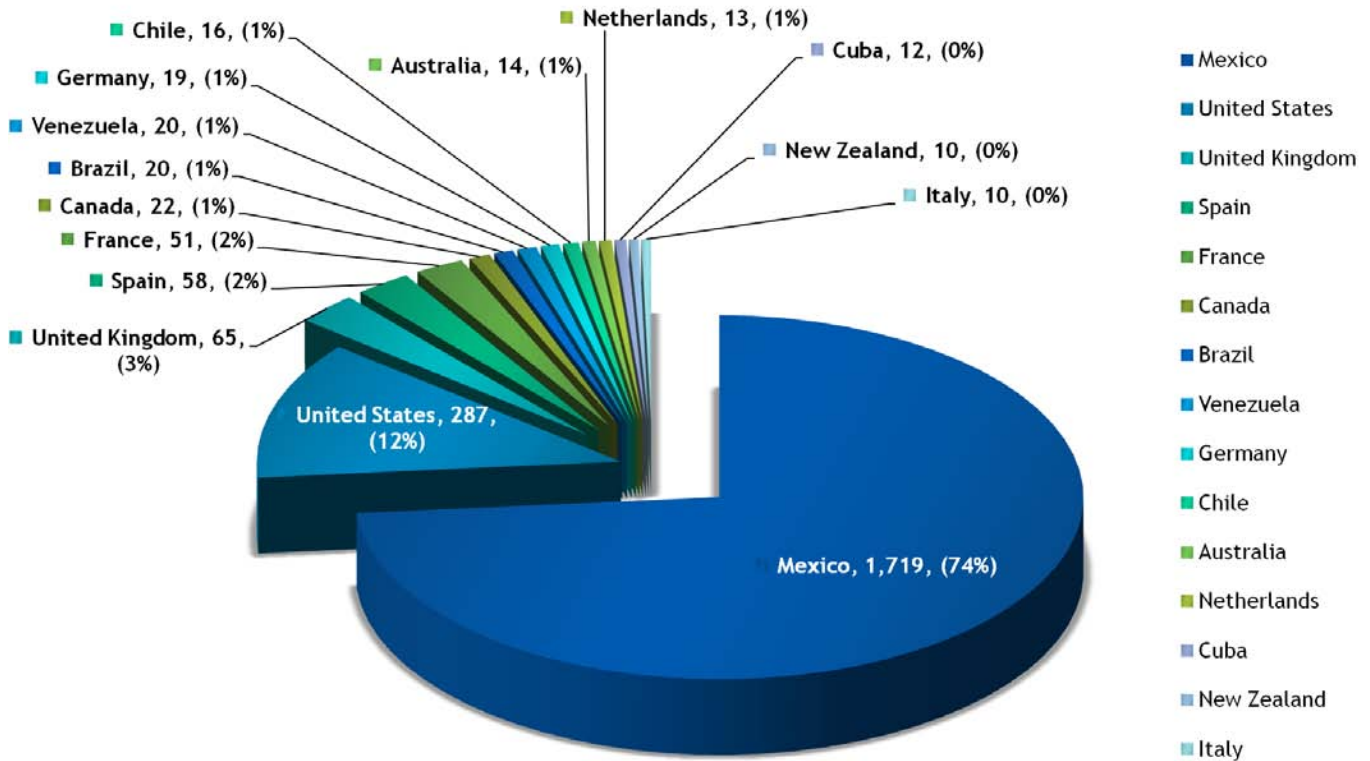


Figura 37. Colaboración internacional de COLPOS.

COLPOS con estos últimos resultados, muestra que es la institución con el mayor número de producción científica, en comparación con INIFAP y CIMMYT; no obstante, hay que tomar en cuenta las dificultades que se presentaron para obtener dichos resultados, ya que fue la única de las tres instituciones, en que los datos obtenidos en búsquedas posteriores, salieron del margen planteado al inicio de esta investigación. Por lo que es importante hacer mención, que debido al aumento exponencial de la información, y a las colecciones de datos enormes y complejos, cada vez se complica más analizarlas, procesarlas y almacenarlas. En este sentido, la constante indexación de nuevos contenidos en las bases de datos, dificulta la búsqueda y recuperación de los documentos; un claro ejemplo, es la tendencia que Scopus mostró en la indexación de nuevos documentos, pues en el caso de COLPOS, como ya se ha mencionado anteriormente, nos pudimos percatar de que efectivamente se incluyeron nuevos contenidos en la base; incluso, actualizaciones de manera retrospectiva, lo cual en un inicio, afectó de manera directa en los resultados de esta investigación.

Anexo 2. Lista de trabajos más citados de INIFAP mayor a cincuenta citas.

Núm.	Autores	Colaboración Institucional	Títulos	Fuentes Abreviadas	País de edición	Temas	SJR (2010)	Año	Citas
1	Krattinger S.G., <i>et al.</i>	>University of Zurich >CSIRO >CIMMYT >University of Bern	A putative ABC transporter confers...	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	198
2	Leal-Klevezas D.S., <i>et al.</i>	>CEGET-IPN >INIFAP >UNAM	Single-step PCR for detection of <i>Brucella</i> spp...	Journal of Clinical Microbiology	Estados Unidos	Medicine	1,956	1995	127
3	Suenaga K., Singh R.P., Huerta-Espino J., William H.M.	> INIFAP >CIMMYT >Japan Intl. Res. Ctr. Agric. Sci.	Microsatellite markers for genes...	Phytopathology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,061	2003	97
4	Breed M.D., Guzman-Novoa E., Hunt G.J.	>University of Colorado >CENIFMA-INIFAP >Purdue University	Defensive Behavior of Honey Bees...	Annual Review of Entomology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	4,709	2004	95
5	Singh R.P., Huerta-Espino J., <i>et al.</i>	> CIMMYT >INIFAP-CEVAMEX >USDA-ARS	Will Stem Rust Destroy the World's Wheat Crop?	Advances in Agronomy	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,742	2008	94
6	Hunt G.J., <i>et al.</i>	>Purdue University >Arizona State University > USDA-ARS >University of North Carolina >University of Guelph >Roosevelt University > Heinrich-Heine Universitaet Duesseldorf	Behavioral genomics of honeybee foraging and nest defense	Naturwissenschaften	Alemania	Agricultural and Biological Sciences	0,961	2007	85

7	Lagudah E.S., <i>et al.</i>	> CSIRO Plant Industry > CIMMYT > University of Sydney	Molecular genetic characterization...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	2006	84
8	Figueroa J.V., <i>et al.</i>	>CENID-Parasitología > INIFAP-SARH	Multiplex polymerase chain reaction...	Veterinary Parasitology	Países Bajos	Immunology and Microbiology Veterinary	1,103	1993	80
9	Motamayor J.C., Risterucci A.M., Lopez P.A., Ortiz C.F., Moreno A., Lanaud C.	> CIRAD >COLPOS > FONAIAP >USDA-ARS >Estacion Experimental Miranda	Cacao domestication I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas	Heredity	Reino Unido	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology Medicine	2,006	2002	79
10	Descroix L., <i>et al.</i>	> IRD-LTHE >Institut De Géographie Alpine > CNRS-LTHE >INIFAP Cenic Raspa	Influence of soil surface features and vegetation...	Catena	Países Bajos	Earth and Planetary Sciences	1.893	2001	68
11	Pressoir G., Berthaud J.	>CIMMYT > UMR DGPC >IRD Centre de Montpellier	Patterns of population structure in maize...	Heredity	Reino Unido	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology Medicine	2,006	2004	61
12	Pressoir G., Berthaud J.	>CIMMYT > IRD Centre de Montpellier > UMR DGPC	Population structure and strong divergent...	Heredity	Reino Unido	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology Medicine	2,006	2004	58
13	Singh R.P., Huerta-Espino J., William H.M.	>CIMMYT	Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rusts in wheat	Turkish Journal of Agriculture and Forestry	Turquía	Agricultural and Biological Sciences Environmental Science	0,310	2005	57

14	Benavides-Solorio J.D.D., MacDonald L.H.	> Colorado State University	Measurement and prediction of post-fire...	International Journal of Wildland Fire	Australia	Agricultural and Biological Sciences Environmental Science	1,327	2005	56
15	Lillemo M., Asalf B., Singh R.P., Huerta-Espino J., <i>et al.</i>	>Norwegian University of Life Sciences >CIMMYT > Institute of Crop Sciences >Chinese Academy of Agricultural Sciences >Chinese Academy of Agricultural Sciences	The adult plant rust resistance...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	2008	56
16	Lagudah E.S., <i>et al.</i>	>CSIRO Plant Industry >University of Zurich >Institute of Plant Biology >CIMMYT > USDA-ARS >North Carolina State University	Gene-specific markers for the wheat gene...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	2009	56
17	Figueroa J.L., Lewis A.J., <i>et al.</i>	>University of Nebraska >COLPOS >CENIFMA-INIFAP	Nitrogen metabolism and growth performance ...	Journal of Animal Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,369	2002	51

Anexo 3. Lista de trabajos más citados mayores a 100 citas de CIMMYT.

Núm.	Autores	Colaboración Institucional	Títulos	Fuentes Abreviadas	País de edición	Temas	SJR (2010)	Año	Citas
1	McDonald B.A., Linde C.	> Federal Institute of Technology.	Pathogen population genetics, evolutionary potential ...	Annual Review of Phytopathology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	4,215	2002	484
2	Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P., Royo C.	> Universitat de Barcelona > Universidad de Buenos Aires > Centre UDL-IRTA	Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for?	Annals of Botany	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences	1,425	2002	281
3	Buckler E.S., <i>et al.</i>	>University of Columbia > University of Wisconsin > Monsanto Company > Beijing Normal University > Chinese Academy of Agricultural Sciences > University of Illinois > Purdue University > Mision Biologica de Galicia > Cornell University > Kansas State University	The genetic architecture of maize flowering time	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	288
4	Fischer R.A., <i>et al.</i>	> ACIAR > Univ. of Greenwich > UCLA/LBES > CSIRO Division of Plant Industry >COLPOS	Wheat yield progress associated with higher stomatal...	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	1998	235
5	Anderson J.A., <i>et al.</i>	> University of Minnesota > North Dakota State University > Agriculture and Agrifood Canada > USDA-ARS	DNA markers for Fusarium head blight ...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	2001	208

6	McMullen M.D., <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> > USDA-ARS > University of Missouri > Cornell University > School of Mathematical Science > Beijing Normal University > Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences > Hi-Bred > University of Wisconsin > Fondation CHIBAS > Delta Pine/Monsanto 	Genetic properties of the maize nested association mapping population	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	204
7	Krattinger S.G., <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> > University of Zurich > CSIRO > INIFAP > University of Bern 	A putative ABC transporter confers durable resistance ...	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2009	198
8	Harjes C.E., <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> > Boyce Thompson Institute > DuPont Crop Genetics Research > University of North Carolina > City University of New York > Soil and Nutrition Research Unit > Cornell University > Monsanto Company 	Natural genetic variation in lycopene epsilon cyclase tapped for maize biofortification	Science	Estados Unidos	Multidisciplinary Arts and Humanities	10,813	2008	196
9	Usadel B., <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> > Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology > German Resource Centre for Genome Research > University of York > Instituto de Recursos Naturales Y Agrobiología de Salamanca 	Extension of the visualization ...	Plant Physiology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	3,157	2005	194
10	Sayre K.D., Rajaram S., Fischer R.A.	<ul style="list-style-type: none"> > ACIAR 	Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	1997	175
11	Crossa J.	<ul style="list-style-type: none"> > Biometrics and Statistics Unit, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) 	Statistical Analyses of Multilocation Trials	Advances in Agronomy	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,742	1990	173

12	Cassman K.G., Dobermann A., Walters D.T., Yang H.	> University of Nebraska	Meeting cereal demand while protecting natural resources ...	Annual Review of Environment and Resources	Estados Unidos	Environmental Science	2,128	2003	173
13	Bruce W.B., Edmeades G.O., Barker T.C.	> Pioneer Hi-Bred International, Inc.	Molecular and physiological approaches to maize ...	Journal of Experimental Botany	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,999	2002	169
14	Bolanos J., Edmeades G.O.	> Maize Physiologists, CIMMYT	The importance of the anthesis-silking ...	Field Crops Research	Países Bajos	Agricultural and Biological Sciences	1,072	1996	160
15	Ribaut J.-M., <i>et al.</i>	> ICI Seeds >CIMMYT	Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	1997	148
16	Xu Y., Crouch J.H.	> Genetic Resources and Enhancement Unit, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)	Marker-assisted selection in plant breeding: From publications to practice	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	2008	147
17	Varshney R.K., Nayak S.N., May G.D., Jackson S.A.	> Centre of Excellence in Genomics (CEG) > International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) > National Center for Genome Resources (NCGR) > Purdue University	Next-generation sequencing technologies ...	Trends in Biotechnology	Reino Unido	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology Chemical Engineering	2,600	2009	145
18	Ortiz-Monasterio R. J.I., <i>et al.</i>	>CIMMYT-México >CIMMYT- Estados Unidos	Genetic progress in wheat yield ...	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	1997	140
19	Pretorius Z.A., Singh R.P., Wagoire W.W., Payne T.S.	> University of the Orange Free State >CIMMYT-México >NAARI >CIMMYT-Ethiopia	Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene ...	Plant Disease	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	0,879	2000	140

20	Ribaut J.-M., <i>et al.</i>	>CIMMYT-México	Identification of quantitative trait loci under drought conditions ...	Theoretical and Applied Genetics	Alemania	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,526	1996	139
21	Kato A., Lamb J.C., Birchler J.A.	> University of Missouri	Chromosome painting using repetitive DNA ...	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States	Estados Unidos	Multidisciplinary	5,503	2004	139
22	Ribaut J.-M., Hoisington D.	> University of the Orange Free State >CIMMYT-México >NAARI >CIMMYT-Ethiopia	Marker-assisted selection: New tools and strategies	Trends in Plant Science	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences	4,971	1998	134
23	Duvick D.N.	> Iowa State University Ames	The Contribution of Breeding ...	Advances in Agronomy	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,742	2005	134
24	Munkvold G.P.	> Pioneer Hi-Bred International	Cultural and Genetic Approaches to Managing Mycotoxins in Maize	Annual Review of Phytopathology	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	4,215	2003	132
25	Pellegrineschi A., <i>et al.</i>	>CIMMYT-México > University of Adelaide > Japan Intl. Res. Ctr. Agric. Sci.	Stress-induced expression in wheat of the Arabidopsis...	Genome	Canada	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	0,747	2004	131
26	Jiang C., Zeng Z.-B.	>CIMMYT-México > North Carolina State University	Mapping quantitative trait loci with dominant and missing markers ...	Genetica	Países Bajos	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1,001	1997	129
27	Bolanos J., Edmeades G.O.	>CIMMYT-México	Eight cycles of selection for drought tolerance ...	Field Crops Research	Países Bajos	Agricultural and Biological Sciences	1,072	1993	117
28	Li H., Ye G., Wang J.	> Beijing Normal University > Chinese Academy of Agricultural Sciences >CIMMYT-México > Primary Industries Research Victoria	A modified algorithm for the improvement ...	Genetics	Estados Unidos	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	2,719	2007	115

29	Crossa J., <i>et al.</i>	>CIMMYT-México > Norwegian University of Life Sciences > University of Sydney > Universidad de la República del Uruguay > Biometrics and Statistics Unit (CIMMYT)	Association analysis of historical bread ...	Genetics	Estados Unidos	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	2,719	2007	115
30	Buerstmayr H., Ban T., Anderson J.A.	> University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna >CIMMYT-México > University of Minnesota > Yokohama City University	QTL mapping and marker-assisted selection ...	Plant Breeding	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	0,623	2009	110
31	Edmeades G.O., Bolanos J., Hernandez M., Bello S.	>CIMMYT-México	Causes for silk delay in a lowland tropical maize population	Crop Science	Estados Unidos	Agricultural and Biological Sciences	1,111	1993	105
32	Bolanos J., Edmeades G.O.	>CIMMYT-México	Eight cycles of selection for drought tolerance ...	Field Crops Research	Países Bajos	Agricultural and Biological Sciences	1,072	1993	104
33	Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R.	> Cornell University >CIMMYT-México > ICARDA-CAC	The role of conservation agriculture in sustainable agriculture	Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	Reino Unido	Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	2,664	2008	104
34	De Los Campos G., <i>et al.</i>	> University of Wisconsin > Institut Pasteur >CIMMYT-México > Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)	Predicting quantitative traits with regression models for dense molecular markers and pedigree	Genetics	Estados Unidos	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	2,719	2009	103
35	Giller K.E., Witter E., Corbeels M., Titttonell P.	> Wageningen University > the International Centre for Tropical Agriculture (TSBF-CIAT) > (CIRAD)	Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view	Field Crops Research	Países Bajos	Agricultural and Biological Sciences	1,072	2009	103

Anexo 4. Instituciones que han colaborado con INIFAP.

Instituciones	Número de Autores registrados por institución
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	1,178
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	185
Colegio de Posgraduados (COLPOS)	176
United States Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS)	101
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	78
Centro de Investigación Y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	65
Universidad Autónoma Chapingo (UACH)	58
Universidad Autónoma de Querétano (UAQ)	50
Universidad de California	46
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	39
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)	39
Universidad de Texas A&M	35
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	27
Universidad de Nebraska-Lincoln	26
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	24
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	23
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	18
Universidad Purdue	15
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)	14
Universidad de Minnesota	14
Universidad Estatal de Nuevo México (UENM)	14
Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)	14
Universidad Autónoma Del Estado de México (UAEM)	13
Universidad de Guadalajara (UDG)	13
Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	12
Universidad Autonoma del Estado de Morelos (UAEMo)	12

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASP)	11
Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)	11
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)	10
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)	10
Universidad Estatal de Michigan (UEM)	10
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)	9
Universidad Autónoma de Chiapas (UACH)	9
Universidad Autónoma de Sinaloa (AUS)	9
Universidad de Arizona	9
Universidad de Arkansas	9
Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia (UCAS)	9
Universidad de Colima	9
Universidad de Illinois	9
Universidad de Misuri	9
Universidad Estatal de Ohio	9
Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)	8
Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE)	8
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	8
Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA)	8
Universidad de Sonora (US)	8
Centro Médico Nacional-Siglo XXI	7
Instituto Tecnológico Agropecuario de Aguascalientes (ITAA)	7
Instituto Tecnológico de Torreón (ITT)	7
Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)	7
Universidad Estatal de Carolina del Norte	7
Universidad Estatal de Colorado (UEC)	7
Universidad Estatal de Iowa (UEI)	7
Universidad Veracruzana (UV)	7
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Núm. 1.	6
Instituto de Investigación para el Desarrollo	6

Instituto Tecnológico de Sonora	6
Unidad Asociada al CSIC de Horticultura Sostenible en Zonas Aridas (UPCT-CEBAS)	6
Universidad de Florida	6
Universidad de Georgia	6
Universidad Estatal de Washington	6
Academia China de Ciencias Agrícolas	5
Agricultura y Agroalimentación de Canadá	5
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)	5
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	5
Instituto Tecnológico de Durango (ITD)	5
La Recherche Agronomique Pour Le Développement (CIRAD)	5
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	5
Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)	5
Universidad de Columbia	5
Universidad de Guanajuato (UG)	5
Universidad de Wake Forest	5
Universidad Estatal de Dakota del Norte	5
Universidad Estatal de Utah	5
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)	5
Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)	5
EMBRAPA Suinos e Aves	4
Hi-Bred International-México	4
Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos (IMAREFI)	4
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)	4
Instituto Tecnológico El Llano	4
Northern Arizona University	4
Tropical Agriculture and Higher Education Center (CATIE)	4
Universidad Anáhuac México Sur (UAM)	4
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)	4
Universidad de Georgia	4

Universidad de San Luis	4
Universidad de Wales	4
CAL/WEST Seeds	3
Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	3
Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C.	3
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	3
Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA)	3
Compañía Azucarera de Los Mochis	3
El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Villahermosa	3
Escuela Agrícola Panamericana	3
Instituto Tecnológico de Roque (ITR)	3
Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga	3
Instituto Tecnológico de Veracruz	3
Intervet International	3
Oklahoma State University	3
Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC)	3
Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)	3
Southern Insect Management Research Unit	3
Universidad Cornell	3
Universidad de Córdoba	3
Universidad de Guelph	3
Universidad de Queensland	3
Universidad de Sydney	3
Universidad de Texas en El Paso	3
Universidad de Zurich	3
Universidad Estatal de Oregón	3
Universidad pública en London	3
Animal Research Institute	2
Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique Pour le Developpement (CIRAD)	2
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	2

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA)	2
Centro Interdisciplinario de Investigación Para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)(IPN)	2
Centro Médico de la Universidad de Texas	2
Clemson University Genomics Institute	2
College Station	2
Colorado Center for Reproductive Medicine	2
Compañía Monsanto	2
Dow AgroSciences México	2
Hort Research	2
Hospital de Ginecología Luis Castelazo Ayala	2
Institut National de Recherche Agronomique (INRA)	2
Instituto de Horticultura	2
Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos IREC	2
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	2
Instituto Nacional de Pediatría	2
Instituto Pasteur	2
Instituto Tecnológico de Conkal	2
Instituto Tecnológico de Mérida	2
Instituto Tecnológico de Tuxtla-Gutiérrez	2
International Center for Tropical Agriculture (CIAT)	2
Intervet Mexico S.A.	2
Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)	2
John Innes Centre (JIC)	2
Kenya Agricultural Research Institute	2
Knipling-Bushland U.S. Livestock Insects Research Laboratory	2
Lewisburg-Akey	2
Max Planck Institute for Chemical Ecology-Jena	2
Mississippi State University	2
Ottawa Laboratory – Fallowfield	2
Research Center in Food & Development (CIAD)	2

Rocky Mountain Reproductive Services	2
Secretaría de Agricultura, Ganadería de Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA)	2
Sokoine University of Agriculture	2
State University of West Georgia	2
Tecnológico de Monterrey (ITESM)	2
Trans Ova Genetics	2
UMAE en Ginecología y Obstetricia	2
Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)	2
Universidad Autónoma de Guerrero (UAG)	2
Universidad de Almería	2
Universidad de Bonn	2
Universidad de Colorado	2
Universidad de Idaho	2
Universidad de Iowa	2
Universidad de Murcia (UMU)	2
Universidad de Nottingham	2
Universidad de Puerto Rico	2
Universidad de Vermont	2
Universidad del Papaloapan	2
Universidad Estatal de Kansas	2
Universidad Estatal de Nuevo México	2
Universidad Popular de la Chontalpa	2
Universidad Purdue	2
Universidade Federal de Viçosa	2
University of Agriculture	2
World Agroforestry Centre (ICRAF)	2

Anexos 5. Instituciones que han colaborado con CIMMYT.

Instituciones	Número de Autores registrados por institución
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	1159
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	98
Colegio de Postgraduados (COLPOS)	57
University of California	47
USDA-ARS	53
Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)	44
Chinese Academy of Agricultural Sciences	34
Cornell University	33
Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	30
International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	27
Wageningen University	24
Universidad Autónoma Chapingo (Uch)	21
Agriculture and Agri-Food Canada	20
International Rice Research Institute (IRRI)	20
Katholieke Universiteit Leuven	19
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	19
University of Minnesota	19
ICARDA	18
Kansas State University	18
Stanford University	18
University of Hohenheim	18
China Agricultural University	17
Iowa State University	17
University of Sydney	17
Washington State University	16

International Center For Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)	15
CSIRO Plant Industry	14
University of Adelaide	14
University of Queensland	14
Banaras Hindu University	13
Indian Agric. Research Institute	13
Universidad de Barcelona	13
University of Alberta	13
CIRAD	12
CSIRO Land and Water	12
John Innes Centre	12
North Dakota State University	12
Oklahoma State University	12
Oregon State University	12
University of Minnesota	12
Indian Agricultural Research Institute	11
Institute of Agriculture and Animal Science	11
University of Queensland Plant Industry	11
University of Western Australia	11
University of Wisconsin	11
CCS Haryana Agricultural University	10
International Institute of Tropical Agriculture (IITA)	10
North Carolina State University	10
Purdue University	10
Universidad de Buenos Aires	10
University of Hohenheim	10
University of Kentucky	10

Anexos 6. Principales revistas de mayor publicación e impacto para INIFAP.

Núm.	Revistas	Área	País De Edición	Trabajos	% Trabajos	JSR (2010)	Quartile
1	Agrociencia	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	88	8.5	0,294	Q3
2	Revista Fitotecnia Mexicana	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	México	47	4.5	0,217	Q3
3	Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	México	37	3.5	0,224	Q4
4	Revista Chapingo	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	26	2.5	0,075	Q4
5	Southwestern Entomologist	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	Estados Unidos	25	2.4	0,329	Q2
6	Veterinary Parasitology	Immunology and Microbiology / Veterinary	Países Bajos	22	2.1	2,331	Q1
7	Interciencia	Multidisciplinary	Venezuela	19	1.8	0,391	Q2
8	Crop Science	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	17	1.6	2,020	Q1
9	Plant Disease	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	17	1.6	2,387	Q1
10	Revista Latinoamericana de Microbiología	Immunology and Microbiology / Medicine / Veterinary	México	15	1.4	0,112	Q4
11	Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	México	14	1.3	0,116	Q4
12	Journal of Animal Science	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Estados Unidos	12	1.1	1,369	Q1
13	Journal of Economic Entomology	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	Estados Unidos	12	1.1	0,828	Q1
14	Acta Horticulturae	Agricultural and Biological Sciences	Bélgica	11	1.0	1,045	Q3

15	Madera Bosques	Agricultural and Biological Sciences	México	11	1.0	0,250	Q3
16	Preventive Veterinary Medicine	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	Países Bajos	11	1.0	2,70	Q1
17	Ingeniería Hidráulica en México	Interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua	México	10	0.9	0,138	
18	Small Ruminant Research	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	Países Bajos	10	0.9	1,395	Q1
19	Euphytica	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Países Bajos	9	0.8	1,597	Q1
20	Forest Ecology and Management	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	Países Bajos	9	0.8	1,992	Q1

Anexos 7. Principales revistas de mayor publicación e impacto para COLPOS.

Núm.	Revistas	Área	País De Edición	Trabajos	% Trabajos	JSR (2010)	Quartile
1	Agrociencia	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	299	28.4	0,294	Q3
2	Interciencia	Multidisciplinary	Venezuela	98	9.3	0,391	Q2
3	Revista Fitotecnia Mexicana	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	México	62	5.9	0,217	Q3
4	Revista Chapingo	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	México	19	1.8	0,075	Q4
5	Técnica Pecuaria en México	Agricultura y alimentación: Producción animal. Veterinaria	México	14	1.3	0,224	Q4
6	Ingeniería Hidráulica en México	Interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua	México	14	1.3	0,138	
7	Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias	Ciencias Veterinarias	Venezuela	13	1.2	0,109	
8	Journal of Applied Animal Research	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	India	13	1.2	0,218	Q3
9	Revista Internacional de Contaminación Ambiental	Environmental Science	México	13	1.2	0,333	Q4
10	Madera Bosques	Agricultural and Biological Sciences	México	13	1.24	0,25	Q3
11	Livestock Research for Rural Development	Agricultural and Biological Sciences	Colombia	12	1.1	1,295	Q3
12	Neotropical Entomology	Agricultural and Biological Sciences	Brasil	11	1.0	0,646	Q2
13	Nematropica	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	10	0.9	0,302	Q3
14	Seed Science and Technology	Agricultural and Biological Sciences	Suiza	9	0.8	0,605	Q2
15	Animal Feed Science and Technology	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	8	0.7	1,72	Q1
16	Cuban Journal of Agricultural Science	Agricultural and Biological Sciences	Cuba	8	0.7	0,52	Q4

17	Revista Mexicana de Biodiversidad	Agricultural and Biological Sciences	México	8	0.7	0,579	Q4
18	Investigaciones Geográficas	Geografía física y de la geografía humana (económica, social e histórica)	México	8	0.7		
19	Forest Ecology and Management	Agricultural and Biological Sciences / Environmental Science	Países Bajos	7	0.6	1,992	Q1
20	Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias	Agricultural and Biological Sciences / Veterinary	México	7	0.6	0,118	Q4

Anexos 8. Principales revistas de mayor publicación e impacto para CIMMYT.

Núm.	Revistas	Área	País De Edición	Trabajos	% Trabajos	SJR (2010)	Quartile
1	Crop Science	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	143	9.9	2,020	Q1
2	Theoretical and Applied Genetics	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Alemania	116	8.0	3,264	Q1
3	Euphytica	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	100	6.9	1,597	Q1
4	Field Crops Research	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	83	5.7	2,232	Q1
5	Maydica	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Italia	35	2.4	0,494	Q2
6	Plant Disease	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	32	2.2	2,387	Q1
7	Cereal Research Communications	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Hungría	25	1.7	0,084	Q3
8	Plant Breeding	Agricultural and Biological Sciences	Reino Unido	25	1.7	1,391	Q1
9	Agrociencia		México	21	1.4	0,294	Q3
10	Genetic Resources and Crop Evolution	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Países Bajos	20	1.3	1,538	Q1
11	Plant and Soil	Agricultural and Biological Sciences	Países Bajos	19	1.3	2,773	Q1
12	Molecular Breeding	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Países bajos	19	1.3	2,193	Q1
13	Journal of Agricultural Science	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Reino Unido	19	1.3	1,418	Q1
14	Australian Journal of Agricultural Research	Agricultural and Biological Sciences / Economics, Econometrics and Finance	Reino Unido	17	1.1	1,328	Q1

15	Annals of Applied Biology	Agricultural and Biological Sciences	Reino Unido	16	1.1	1,681	Q1
16	Agronomy Journal	Agricultural and Biological Sciences	Estados Unidos	16	1.1	1,797	Q1
17	Food Policy	Agricultural and Biological Sciences / Economics, Econometrics and Finance / Social Sciences / Environmental Science	Países Bajos	15	1.0	1,831	Q1
18	World Development	Economics, Econometrics and Finance / Social Sciences	Países Bajos	14	0.9	1,612	Q1
19	Revista Fitotecnia Mexicana	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	México	13	0.9	0,217	Q3
20	Journal of Cereal Science	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Estados Unidos	13	0.9	2,655	Q1
21	Journal of Experimental Botany	Agricultural and Biological Sciences / Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Reino Unido	12	0.8	4,818	Q1

REFERENCIAS

- Almada Navarro, E.M. (2006) "La interdisciplina en la investigación bibliotecológica" En: Martínez Arellano, F.F. y Calva González, J.J. *Memoria del XXIII Coloquio de Investigación Bibliotecológica y de la Información: Problemas y métodos de investigación en bibliotecología e información: Una perspectiva interdisciplinaria*. México: UNAM: Centro de Investigaciones Bibliotecológicas.
- Alvarado Urbizagastegui, R. (2012) "La colaboración de los autores en la literatura producida sobre la Ley de Lotka" En: *Ciência da Informação*, 40(2), pp. 266-279. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/17674/1/Urbizagastegui-Art-v40n2-2011.pdf> [Consultado 26-03-2015]
- Aquino Mercado, P.R., Peña Bautista, R.J. y Ortiz Monasterio, I. (2008) "México y el CIMMY". Disponible en: <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/90966.pdf> [Consultado 20-02-2015]
- Bazant Sánchez, M. (1983) "La enseñanza agrícola en México: prioridad gubernamentalmente e indiferencia social (1853-1910)", *Historia mexicana*, 32(3), pp. 349-388. Disponible en: http://codex.colmex.mx:8991/exlibris/aleph/a18_1/apache_media/ERLR4QLJSDCGBL2GY1EDJFPVK9G3N1.pdf [Consultado 27-07-2014]
- Beltrán Galvis, O. A. (2006) "Factor de impacto", *Revista Col Gastroenterol*, 21(1), pp. 58. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcg/v21n1/v21n1a09> [Consultado 17-06-2016]
- Bordons, M. y Zululeta, A. (1999) "Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos", *Revista Española de Cardiología*, 52(10), pp. 790-800. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/evaluacion-actividad-cientifica-traves-indicadores/articulo/190/> [Consultado 17-03-2014]
- Borja González, Guerrero Bote y Moya Anegón (2009) "The SJR indicator: A new indicator of journals' scientific prestige. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/0912.4141> [Consultado 15-03-2016]

- Bravo Vinaja, A. (2005) "Análisis bibliométrico de la producción científica de México en Ciencias Agrícolas a través de las bases de datos internacionales: Agrícola, Agris, Cab Abstracts, Science Citation Index, Social Science Citation Index y Tropag & Rural, en el período 1983-2002". Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/683> [Consultado 21-04-2014]
- Bravo Vinaja, A. y Sanz Casado, E. (2008) "Análisis bibliométrico de la producción científica de México en Ciencias Agrícolas durante el período 1983-2002", *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3), pp. 187-194. Disponible: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012040350> [Consultado 22-06-15]
- Breth, S.A. (1986). Principales corrientes de la investigación en el CIMMYT: una retrospectiva. Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/3593> [Consultado el 17-03-2015]
- Cabrero Mendoza, E., Valadés D. y López Ayllón, S. (2006) "El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México: Revisión y propuestas para su reforma". Disponible en internet: <http://www.ses.unam.mx/curso2007/pdf/CABRERO2006.pdf> [Consultado el 23-08-2015]
- Caldera Serrano, J. y Zapico Alonso, F. (2004) "La formula de comunicación de Laswell como método para implementar bases de datos documentales en medios audiovisuales", *Investigación Bibliotecológica*, 18(37), pp. 110-13. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/ibi/vol18-37/IBI03706.pdf> [Consultado 19-04-2015]
- Canales Sánchez, A. (2007) "La política científica y tecnológica en México: el impulso contingente en el periodo 1982 - 2006". Tesis Doctoral. FLACSO México. Disponible en: http://conocimientoabierto.flacso.edu.mx/medios/tesis/canales_a.pdf [Consultado 11-09-2015]
- Carrizo Sainero, G. (2000) "Hacia un concepto de Bibliometría", *Journal of Spanish Research on Information Science* 1(2). Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/multidoc/publicaciones/journal/pdf/bibliometria-esp.pdf> [Consultado 11-05-2014]

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (2014) Disponible en: <http://www.cimmyt.org/es/> [Consultado 10-02-2014]
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo (2014) "Informe Anual 1986". Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/3508> [Consultado 15-05-2014]
- Chapela Castañares, G., (2006) "Presentación". En: Cabrero Mendoza, E., Valadés, D. y López Ayllón, S. coords. *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México: Revisión y propuestas para su reforma*. Disponible en: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/5/2148/3.pdf> [Consultado el 23-08-2015]
- Colegio de Postgraduados (2006) "Informe de Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2006 – 2012". Disponible en: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Transparencia/IRC_COLPOS_c.pdf [Consultado el 23-08-2015]
- Colegio de Postgraduados (2014) Investigadores del Colegio de Postgraduados por Campus. Disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/> [Consultado 18-02-2014]
- Colegio de Postgraduados (2015) "Plan Rector Institucional". Disponible en: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Marco_Normativo/Plan_Rector_Institucional_2015.pdf [Consultado 13-10-2015]
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2014) "Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018". Disponible en: http://www.conacyt.mx/images/conacyt/PECiTI_2014-2018.pdf [Consultado 23-07-2015]
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2012) "Sistema Nacional de Investigadores (SNI)". Disponible en: <http://www.conacyt.gob.mx/SNI/Paginas/default.aspx> [Consultado 19-05-2015]
- Córdoba González, S. (2010) "La comunicación científica", *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 7(2), pp. 57-61. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2010/pdf/RFCMVoi7-2-2010-8.pdf> [Consultado 16-06-2014]

- Crane, D. (1972) "Invisible colleges: Diffusion of knowledge in scientific communities". Chicago: University of Chicago Press.
- De Filippo, D. y Fernández, M.T. (2002) "Bibliometría: importancia de los indicadores bibliométricos". En: *El estado de la ciencia 2002*. Disponible en: http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/113-bibliometria-importancia-de-los-indicadores-bibliometricos [Consultado 16-06-2014]
- Escobar Toledo, S. (1988) "El Cardenismo más allá del reparto: acciones y resultados". En: Botey, C. y Escárceaga E. coords. *Historia de la cuestión agraria mexicana. vol. 5, parte 2*. México: Siglo XXI.
- Espinosa Victoria, D. (2004) "Cuarenta y cinco años de la ciencia del suelo en el colegio de postgraduados-México", *Terra Latinoamericana*, 22(4), pp. 523-531. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311096017.pdf> [Consultado 07-03-2015]
- Ekboir, J., *et al.* (2003) "Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria". Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/918> [Consultado 25-05-2014]
- Ferreiro Aláez, L. (1993) "Bibliometría: análisis bivalente". Madrid: Eypasa.
- Gaona Robles, A.L. y Barahona Echeverría, A. (2001) "Introducción de la genética en México: la genética aplicada al mejoramiento vegetal", *Asclepio*, 53(2), pp. 23-44. Disponible en: <http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/viewArticle/158> [Consultado 27-12-2014]
- Gómez Oliver, L. (1978) "Crisis agrícola, crisis de los campesinos", *Comercio Exterior*, 28(6), pp. 714-727. Disponible en: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/462/5/RCE8.pdf> [Consultado 27-10-2014]
- González de Dios, J., Moya M. y Mateos Hernández, M.A. (1997) "Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica", *Anales Españoles de Pediatría*, 47(3), pp. 235-244. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/47-3-3.pdf> [Consultado 14-07-2015]

- Gorbea Portal, S. (2005) Modelo teórico para el estudio métrico de la información documental. México: Trea.
- Gregorio Chaviano, O. (2004) "Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre las disciplinas métricas", ACIMED, 12(5). Disponible en: <http://eprints.rclis.org/5904/1/scielo5.pdf> [Consultado 22-08-2014]
- Hurd, J.M. (2000) "The Transformation of Scientific Communication: A Model for 2020", Journal of the American Society for Information Science, 51(14) pp. 1279-1283. Disponible en: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4571\(2000\)9999:9999%3C::AID-ASI1044%3E3.0.CO;2-1/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4571(2000)9999:9999%3C::AID-ASI1044%3E3.0.CO;2-1/pdf) [Consultado 10-07-2015]
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2013) "Aniversario 28 del INIFAP", Boletín Informativo para la comunidad del inifap, 6(64) p. 3. Disponible en: www.inifap.gob.mx/boletin/Documents/Boletines/boletin_inifap64.pdf [Consultado el 24 noviembre 2014]
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2012) "Centros de investigación". Disponible en: <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx> [Consultado 18-05-2015]
- Kaplan, M. (2002) "Política científica: necesidad, caracteres y alcances". En: De la Peña Mena, Ríos Granados y Valadés coords. *Investigación y desarrollo en la reforma fiscal*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Lascurain Sánchez, M.L. (2001) "Análisis de la actividad científica y del consumo de información de los psicólogos españoles del ámbito universitario durante el periodo 1986-1995". Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/498/Lascurain%20Sanchez,%20Maria%20Lu%20isa\(1\).pdf?sequence=9](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/498/Lascurain%20Sanchez,%20Maria%20Lu%20isa(1).pdf?sequence=9) [Consultado 21-07-2015]
- Licea de Arenas, J. y Santillán Rivero, E.G. (2002) "Bibliometría ¿para qué?", Biblioteca Universitaria Nueva Época, 5(1). Disponible en: <http://www.dgbiblio.unam.mx/servicios/dgb/publicdgb/bole/fulltext/volV12002/pgs-03-10.pdf> [Consultado 24-06-2015]
- López López, P. (1996) "Introducción a la bibliometría". España: Promolibro.

- López Piñero, J.M. y Terrada, M.L. (1992) "Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad medico científica: La aplicación de los indicadores". *Medicina Clínica* 98(10) pp.384-388. Disponible en: [http://alfama.sim.ucm.es/wwwisis2/wwwisis.exe/\[in=enflink.in\]/?mfn=046599&campo=v300&occ=1](http://alfama.sim.ucm.es/wwwisis2/wwwisis.exe/[in=enflink.in]/?mfn=046599&campo=v300&occ=1) [Descargado 17-03-2014]
- Loyola Díaz, R. (2013) "La política científica y tecnológica en México: El impulso contingente en el periodo 1982-2006." *Revista de la Educación Superior*, 44(165), pp. 155-161. Disponible en: <http://publicaciones.anui.es.mx/revista/165/3/1/es/la-politica-cientifica-y-tecnologica-en-mexico-el-impulso-contingente> [Consultado 23-07-2014]
- Luna Morales, M.E., Luna Morales, E. y Sánchez Martínez, U. (2013) "Patrones de producción e impacto científico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): 1966-2010", *Investigación bibliotecológica*, 27(60), pp. 97-124. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v27n60/v27n60a6.pdf> [Consultado 16-11-2014]
- Macías Chapula, C. (2001) "Papel de la infometría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional" *ACIMED*, 9(4), pp. 35-41. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000400006 [Consultado 14-08-2014]
- Maroto Borrego, J.V. (1998) "Historia de la agronomía: una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias". Madrid: Mundi-Prensa.
- Martínez Saldaña, T. (1983) "Historia de la agricultura en México". Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/eco/003106/03106-03-A.pdf> [Consultado 24-08-2014]
- Martínez Saldaña, T. (1991) "Agricultura y Estado en México. Siglo XX." En: *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. México: CNCA: Grijalbo.
- Montalvo Ortega, E. (1988) "Introducción". En: Botey, C. y Escárcega E. coords. *Historia de la cuestión agraria mexicana*. vol. 4. México: Siglo XXI.
- Ortega Hernández, A., León Andrade, M. y Ramírez Valverde, B. (2010) "Agricultura y crisis en México: treinta años de políticas económicas neoliberales", *Ra Ximhai*, 6(3), pp.

323-337. Disponible en:
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/24578> [Consultado 17-11-2014]

Pacheco-Mendoza, J., Milanés Guisado, Y. (2009) "Evaluación de la ciencia y los estudios bibliométricos", SIRIVS. Disponible en: http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/evaluacion_de_la_ciencia.pdf [Consultado 09-03-2014]

Palacios Rangel, M.I. (2005) "La Escuela Nacional de Agricultura y sus misiones históricas". En: Arellano Hernández, A., et al. comps. *Ciencias Agrícolas y cultura científica en América Latina*. Argentina: Prometeo Libros.

Retana Guiascón, O.G. (2009) "La institucionalización de la investigación científica en México: breve cronología", *Ciencias*, (94), pp. 47-51. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no94/CNS094000009.pdf> [Consultado 29-11-2014]

Rivera Castro, J. (1988) "Política agraria, organizaciones, luchas y resistencia campesina entre 1920 y 1928" En: Botey, C. y Escárcega E. coords. *Historia de la cuestión agraria mexicana*. vol. 4. México: Siglo XXI.

Rivera Castro, J. y Hernández Palomo, J.J. comps. (1991) "El agrarismo mexicano: textos y documentos (1908-1984)". España: Escuela de estudios Hispano-Americanos de Sevilla.

Rojas Rabiela, T. (1991) "La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días". México: CNCA: Grijalbo.

Romero Feizzi, M. (1991) "La agricultura en la época colonial" En: *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. México: CNCA: Grijalbo.

Ruiz León, A.A. y Jung N.I. (2013) "Visualización con Pajek". Disponible en: <http://harary.iimas.unam.mx/TallerPajek.pdf> [Consultado 19-09-2015]

Russell Barnard, J. M. (2001) "La comunicación científica a comienzos del siglo XXI", *Revista Internacional de ciencias sociales*, (168). Disponible en internet: <http://www.oei.es/salactsi/rusell.pdf> [Consultado 12-02-2015]

- Russell Barnard, J. M. (2007) "La comunicación, publicación y validación de la ciencia: Nuevos enfoques y retos". En: Martínez Arellano, Filiberto Felipe, Calva González, Juan José, comps. *Tópicos de investigación en bibliotecología y sobre la información*. V-I. Disponible en: http://www.humanindex.unam.mx/humanindex/consultas/detalle_capitulos.php?id=19998&rfc=RUBJ460416 [Descargado 24-11-2014]
- Rusell Barnard, J. M., Madera Jaramillo, M. J. y Ainsworth, S. (2009) "El análisis de redes en el estudio de la colaboración científica", *Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 17(2), pp. 39-47. Disponible en: http://revista-redes.rediris.es/html-vol17/vol17_2.htm [Consultado 28-01-2014]
- Sancho Lozano, R. (1990) "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología: Revisión bibliográfica", *Revista Española de Documentación Científica*. 13(3-4) pp. 842-865.
- Sanz Casado, E. (1994) "Manual de estudios de usuarios". Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Sanz Casado, E. y Martín Moreno, C. (1997) "Técnicas bibliométricas aplicadas a los estudios de usuarios". *Revista General de Información y Documentación*, 7(2), pp. 46-47. Madrid: Universidad Complutense.
- Suárez Rodríguez, G. y Tovar Horta, M. (2012) "La política científica: algunas razones para su existencia", *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/cccss/20/srth2.html> [Consultado 12-06-2015]
- Tapia Naranjo, A., Mendoza Mendoza, S. y Aveldaño Salazar R., (1997) "Evolución de la tecnología en el INIFAP". En: Mata García, B. et al. comps. *Transferencia de tecnología agropecuaria en México: citas y propuestas*. México: Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Villa Issa, Manuel R. (2011) "¿Qué hacemos con el campo mexicano?" 2ª ed. México: bba.
- Von Wobeser, G. (1991) "La agricultura en el porfiriato" En: *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*. México: CNCA: Grijalbo.