

# Patrones de producción e impacto científico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): 1966-2010

María Elena Luna Morales  
Evelia Luna Morales  
Uriel Sánchez Martínez \*

*Artículo recibido:*  
7 de noviembre de 2012.

*Artículo aceptado:*  
12 de febrero de 2013.

## RESUMEN

Se presenta un estudio bibliométrico de producción y citas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en los índices de citas del *Web of Science (WoS)*. Desde sus orígenes este centro se orientó al desarrollo de investigación en genética de plantas, ahí se dio origen a la Revolución Verde que mejoró la explotación y el rendimiento de variedades de nuevas semillas. Actualmente existen más de 14 sedes del CIMMYT en todo el mundo, lo que quiere decir que es una institución con amplio reconocimiento científico gracias a las aportaciones que ha hecho en beneficio de la humanidad. Nuestro objetivo consiste en analizar los trabajos publicados por CIMMYT y en

\* Los tres autores pertenecen al Cinvestav, México. (M. Elena: meluna@cinvestav.mx); (Evelia: eluna@cinvestav.mx); (Uriel: usanchez@cinvestav.mx)

particular CIMMYT-México en revistas de la corriente principal incluidas en las bases de datos *WoS* en el periodo de 1966 a 2010, y de esta manera determinar las aportaciones que este centro ha logrado en el desarrollo de la ciencia en México en el contexto de los centros CIMMYT instalados a nivel mundial. El trabajo se apoya en una hipótesis que plantea que N. Borlaug, premio Nobel de la Paz, influyó significativamente en el crecimiento de estos centros a partir de sus aportaciones científicas. De acuerdo con los resultados quedó probado que desde el punto de vista bibliométrico el premio Nobel otorgado a Borlaug nada tuvo que ver con el crecimiento de la producción científica de los centros CIMMYT, y menos para los centros CIMMYT-México, donde se registra la producción más alta con el 76 % del total de los trabajos publicados y el 84 % de las citas. Esta producción e impacto científico es lo que ha valido para ubicarse entre los centros CIMMYT más productivos a nivel mundial y, uno de los sectores más productivos del país en contribuir al crecimiento de la ciencia en México con el 1 % en trabajos y 1.6 % de citas.

**Palabras clave:** Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); Agricultura; Ciencia en México; Indicadores bibliométricos; Producción Científica; Impacto Científico.

#### ABSTRACT

#### **Patterns of Scientific Production and Impact of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) between 1966 and 2010**

*María-Elena Luna-Morales, Evelia Luna-Morales and Uriel Sánchez-Martínez*

We present a bibliometric study of scientific production and citations of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT, by its Spanish acronym) contained in *Web of Science (WoS)* citation indices. Since its inception, CIMMYT has focused on the development of research in plant genetics, to improve yields and quality of new seeds varieties, a success story widely known as the Green Revolution. Currently CIMMYT operates centers in fourteen countries and enjoys wide recognition for its service to society. This study examines papers published by

CIMMYT and CIMMYT-Mexico in mainstream journals included in the *WoS* database between 1966 and 2010 in order to determine CIMMYT's contribution of the development of science in Mexico and around the world. As a working hypothesis, we assume that the academic contributions of Nobel laureate N. Borlaug, significantly influenced the growth of this center. Results, however, show that the Nobel Peace Prize had little or no influence on the growth of scientific production issuing from CIMMYT research centers. Moreover, this influence was even less detectable in the CIMMYT-Mexico, which accounted for 76 % of the published research and 84 % of the citations in the period assessed, making it CIMMYT's leading research center in terms of scientific production and bibliometric impact. Moreover, CIMMYT scientific publications accounted for 1.0 % of Mexico's scientific output and 1.6 % of citations.

**Keywords:** International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT); Agriculture; Science-Mexico; Bibliometric Indicators; Scientific Production; Scientific Impact.

## INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios que se realizaron en México sobre genética de plantas se aplicaron en el área de agricultura a través de instituciones como el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF) y la Oficina de Estudios Especiales (OEE), que tuvieron una participación destacada. El tema se abordó desde dos vertientes: la primera dirigida por el agrónomo Edmundo Taboada mediante la Sección de Campos Experimentales Agrícolas (SCEA) en la Dirección General de Agricultura adscrita a la SAF, que posteriormente cambió de nombre a IIA (Gaona-Robles y Barahona-Echeverría, 2001); la segunda quedó a cargo del doctor Norman Borlaug en la OEE cuya iniciativa fue apoyada por la Fundación Rockefeller en colaboración con el gobierno mexicano.

Al término de la Revolución, México presentaba graves problemas económicos y algunos sectores de producción como la agricultura estaban en terribles condiciones; además, existía una enorme necesidad de incrementar

la producción agrícola para abastecer los requerimientos de alimento que la población reclamaba (Barahona, Pinar y Ayala, 2003). Por ello el gobierno mexicano solicitó apoyo a la Fundación Rockefeller con la idea de incrementar los niveles de producción de grano y resolver los problemas de alimentación que en la época de 1940 afectaba a la nación y al mundo entero. En 1943 surgió el Programa Agrícola Mexicano que en 1944 fue reemplazado por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), con la finalidad de llevar a cabo investigación en cultivos de trigo y maíz a fin de incrementar su producción. 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.

Sin duda los esfuerzos que se realizaron en la OEE fueron de gran trascendencia para la evolución agrícola del país y en la década de 1950 México ya era autosuficiente en la producción de trigo (Aquino-Mercado *et al.*, 2007). A mediados del periodo de 1960 la OEE se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, hoy Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Retana-Guiascón, 2009). Los dos proyectos en genética de plantas que se desarrollaban por separado se fusionaron finalmente en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Ambas corrientes dieron especial trascendencia a la investigación y a la formación de agrónomos e investigadores en el país, sobre todo la OEE que integraba como parte de sus objetivos la formación de nuevos recursos en el área. 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).

En 1966 se fundó en México el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), actualmente reconocido como un organismo internacional sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación técnica. México cuenta con cuatro de los centros CIMMYT que existen a nivel mundial (García-Lara, Saucedo-Camarillo y Bergvinson, 2007). Este centro se creó como resultado de un convenio de colaboración entre el gobierno de México y la Fundación Rockefeller, así como la Fundación Ford y el apoyo de varios países. La idea de concretar la sede principal

en México se debió a la experiencia que ya se tenía con la OEE. El doctor Borlaug, que se encontraba como asesor en el INIA, se convirtió en director general del primer CIMMYT instalado en México a partir de 1966. Esto le permitió continuar con sus proyectos de investigación para mejorar la producción agrícola. Con el tiempo se abrieron oficinas nuevas del CIMMYT en otras regiones del mundo, con el propósito particular de crear centros de alto nivel en conocimientos agrícolas, que contribuyeran al aumento y rendimiento de los cultivos y ayudaran a disminuir los altos índices de pobreza existentes en los países en vías de desarrollo. El éxito del CIMMYT en México propició el desarrollo de otros proyectos de investigación, como el de Argentina, que incorporó las variedades estudiadas a su base genética. La India importó 18 000 toneladas de semilla de trigo de México, al igual que Pakistán que también compró trigo mexicano. Por el trabajo de investigación que Borlaug desarrolló en México y por las ventajas que en términos de alimentación ofreció a la humanidad, fue reconocido en 1970 con el Premio Nobel de la Paz (Cavallazzi-Vargas, 2006).

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 filantrópicas: 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).

El CIMMYT es una institución que goza de enorme prestigio, en particular, por los impactos que ha generado en el desarrollo de la producción de trigo, maíz y frijol, productos de alimentación básicos en países en vías de desarrollo (Rubio, 2004). Sin embargo estos esfuerzos no son muy reconocidos en el contexto nacional pues se carece de material bibliográfico que los dé a conocer (Aquino-Mercado *et al.*, 2007). De lo anterior se desprende la idea por desarrollar el presente artículo, que no solamente dará a conocer aspectos sobresalientes del trabajo realizado en el CIMMYT en términos históricos, sino también el enfoque bibliométrico que aplica y cuya metodología es reconocida como objetiva y eficaz en la evaluación de la actividad científica (Gorbea-Portal y Ávila-Uriza, 2009), lo que garantiza la generación de indicadores de producción y citas no difundidos en ningún otro documento. En este sentido en este documento analizamos la actividad científica de los investigadores del CIMMYT tomando como base el análisis de las referencias bibliográficas de los trabajos publicados en revistas de corriente principal, incluidas en las bases de datos *WoS* en el periodo 1966 a 2010; para determinar las contribuciones que

este centro aporta al desarrollo de la ciencia en México y en el contexto de los centros CIMMYT instalados a nivel mundial. Se parte de una asunción que establece que el CIMMYT es un centro de investigación de alcance mundial con sedes en distintos países, reconocido por los desarrollos alcanzados y los beneficios logrados, y al que Norman Borlaug, que recibió el premio Nobel de la Paz, contribuyó de manera determinante en su crecimiento y en el reconocimiento de estos centros, gracias a las publicaciones de corriente principal que dio a conocer y que seguramente lograron un alto impacto científico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de búsquedas realizadas en las bases de datos *Web of Science (WoS)* en el mes de marzo de 2012 se recuperaron los trabajos con adscripción al CIMMYT. La búsqueda se dividió en dos partes: (1) para recuperar los documentos publicados entre 1966 y 1972, periodo en el que los registros incorporados en *WoS* no integran la dirección de los autores; (2) para los trabajos registrados en los años de 1973 a 2010.

En la primera búsqueda se aplicó el siguiente método: se realizó la búsqueda en *WoS* bajo (*TOPICO*) utilizando una estrategia que incluía los siguientes términos, que fueron seleccionados del *Journal Citation Reports (JCR)* de acuerdo con el área de agrociencias: *Agriculture, Business Economics, Engineering, Environmental Science Ecology, Evolutionary Biology, Food Science and Technology, Forestry, Genetics Heredity, Geology, Instruments & Instrumentation, Nutrition Dietetics, Plant Science, Sociology Veterinary Science* y *Water Resource*. Con este método se recuperaron en total 1 264 registros, que se guardaron en formato para Windows y posteriormente se llevaron a Excel donde se ordenaron por fuente de publicación. Esto facilitó la búsqueda de los documentos en revistas tanto en formato electrónico como impreso, de donde se recuperó la dirección de los autores de los trabajos que no la incluyen, dado que *WoS* no integra la dirección de los trabajos publicados antes de 1973. Por eso fue necesario revisar directamente en la revista (electrónica o impresa) cada uno de los 1 264 escritos recuperados de *WoS*.

Se optó como estrategia recuperar primero todos los documentos con dirección al CIMMYT sin importar la ubicación de los mismos, y después, durante el proceso de separación y normalización de los datos, marcar los correspondientes a México y a otras partes del mundo.

El listado titulado: *A Thousand Peer-reviewed Journal Articles from CIMMYT and Its Collaborators 1966-2002* (Woolston, 2008), localizado en la página del CIMMYT (<http://apps.cimmyt.org/english/docs/journal/pdf/>

jourofArticles.pdf), fue de gran ayuda para determinar la filiación de algunos de los trabajos. Este listado se comparó contra los registros extraídos de WoS recuperados a través de los dos métodos señalados. Los registros resultantes de la diferencia entre ambos listados se buscaron directamente en WoS bajo las entradas de autor, título y tema. Lo anterior con el fin de obtener lo más completa posible la producción y citas de los investigadores del CIMMYT.

Para recuperar los trabajos publicados entre 1973 y 2010, el procedimiento consistió en lo siguiente: se aplicó en WoS una estrategia de búsqueda que integró las diferentes variantes de los nombres del CIMMYT registrados en las publicaciones; es decir, el nombre abreviado y completo, en español y en inglés, por el acrónimo en inglés y en español, así como los nombres con errores en la escritura. Por esta vía se recuperó el 90 % de los trabajos, el resto se localizó a través de las búsquedas individuales por tema y por autor del trabajo. Al igual que en el método de recuperación de trabajos anteriores a 1973, se extrajeron todos los trabajos sin limitarse por la ubicación de los centros CIMMYT. Fue durante el proceso de desagregación de datos y normalización cuando se fueron separando los trabajos, de esta manera al final fue muy fácil identificar aquellos referentes a centros ubicados en México y los correspondientes a otros centros en otras partes del mundo.

Actualmente, las bases de datos WoS propiedad de Thomson Reuters son las más reconocidas y aceptadas para el desarrollo de indicadores bibliométricos; sin embargo, no tienen normalizados los nombres de las instituciones de adscripción de los autores, es por eso que no es posible recuperar con precisión los documentos publicados a partir de este dato. Para propósitos del presente trabajo fue necesario desagregar los campos de dirección y categorías temáticas para determinar el nivel de colaboración e identificar los principales temas de investigación y las disciplinas científicas de los trabajos publicados por investigadores del CIMMYT. Por lo anterior las categorías temáticas se clasificaron de acuerdo con el *Atlas de la Ciencia Mexicana* (Pérez-Angón, 2012) en 10 grandes campos del conocimiento, entre ellos las agrociencias. En el caso de la colaboración científica por instituciones y países se organizaron los trabajos en cuatro niveles: (a) sin colaboración, donde sólo hay un autor y éste está adscrito a CIMMYT; (b) nacional, cuando los autores están en México; (c) regional, si se trata de autores que comparten el espacio América Latina y el Caribe; (d) internacional, si son trabajos donde intervienen autores externos a América Latina y el Caribe.

Para facilitar el trabajo de separación de campos y la normalización de los mismos, se utilizaron herramientas como Excel y Access por las ventajas que ofrecen en la separación, filtrado de datos, normalización de campos y los

conteos rápidos de los datos. Las bondades de estas herramientas también se aprovecharon para obtener los indicadores de producción y el impacto propuestos para el trabajo, en particular se atendieron variables como: trabajos publicados, citas, categorías temáticas, colaboración científica, revistas de publicación y trabajos más citados.

Debido a las diferencias de trabajos y citas en números absolutos entre CIMMYT-México y México (el primero registra cientos y el segundo miles) se optó por aplicar en la comparación gráfica los datos relativos, que se obtienen sumando los trabajos y las citas; los totales se dividieron entre el número de años analizados y el valor resultante se convierte en un dato divisor base para cada uno de los datos registrados por año tanto en trabajos como en citas, lo que da como resultado un valor relativo.

Para el análisis de las redes de colaboración científica se aplicó el software Pajek, una herramienta gratuita hecha para correr en un sistema operativo Windows. El desarrollo de las matrices se generó utilizando Excel de Microsoft, y la interpretación de los datos se hizo a partir del concepto de centralidad o capital académico científico, un concepto de la teoría de P. Bourdieu (1992) que ve un campo como una red de relaciones objetivas entre una diversidad de posiciones definidas en oposición a otras, de tal manera que el valor de una posición social se mide por la distancia social que la separa de acuerdo a un tipo especial de capital específico (Sarhou, 2011). Bourdieu distingue cuatro tipos de capital: económico, cultural, simbólico y social. En este caso nos interesa únicamente el capital simbólico, en particular el capital científico, representado por los autores y los países en colaboración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Aspectos generales*

En el periodo 1966 a 2010 el CIMMYT publicó en total 1 905 artículos en revistas indizadas en el WoS: 1 457 corresponden a centros establecidos en México y 448 a los centros de otras regiones del mundo. En conjunto estos trabajos obtuvieron 27 446 citas, de éstas 23 149 pertenecen a trabajos realizados en las oficinas CIMMYT instaladas en México, las 4 297 restantes conciernen a centros localizados en distintas partes del mundo.

Los investigadores del CIMMYT-México dieron a conocer sus trabajos de investigación a través de 217 diferentes títulos de revistas de corriente principal. Estos trabajos se distribuyen en 59 distintas categorías temáticas, donde sobresalen por los trabajos y citas que generan: *Agronomy*, *Economics*, *Agricultural*

*Economics & Policy, Biotechnology & Applied Microbiology, Plant Science, Genetics & Heredity* y *Horticulture*. Gran parte de éstas están ligadas a disciplinas científicas como: Agrociencias y Ciencias Sociales, en ésta última destacan: *Economics, Sociology, Anthropology* y *Management*, principalmente.

**Producción científica**

La *Figura 1* muestra, por series anuales, los crecimientos de CIMMYT de acuerdo con la siguiente distribución: trabajos CIMMYT-Totales, trabajos CIMMYT-México y trabajos CIMMYT-No-México. Como se observa, las líneas correspondientes a trabajos-totales y trabajos-México son muy parecidas: en ambas se incrementa el número de trabajos a finales de la década de 1980, desciende en 1994 pero vuelve a incrementarse en 1995. Por algunos años se sostiene la producción que finalmente cae en el 2000 y es una de las más drásticas de todo el periodo analizado. Sin embargo, en 2001 se vuelve a incrementar el número de documentos y en adelante lo que advertimos son altas y bajas con tendencia en los últimos años a sostener un crecimiento constante. La línea que representa a los trabajos de CIMMYT-No-México indica que estos centros empezaron a publicar a partir de 1989 en revistas *WoS*, y una década después rebasaron los 10 trabajos que por año venían registrando en el periodo anterior. Durante los años 2000, las publicaciones se incrementan con inclinación a sostener dichos crecimientos. Los aumentos en la

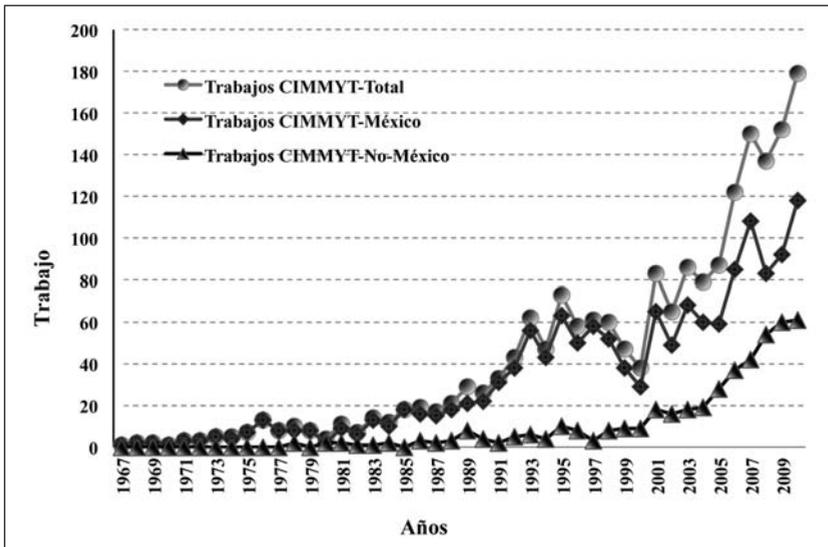


Figura 1. Publicaciones de CIMMYT por series anuales.

producción por parte de los centros No-México son lo que provoca la separación entre las líneas referentes a CIMMYT-Totales y CIMMYT-México. Este fenómeno tiene que ver con la incorporación de nuevos centros en otras partes del mundo, y de acuerdo con los incrementos mostrados ocurre entre las décadas 1980 y 1990, y se continúa durante el periodo de los años 2000. A esto se debe el paralelismo que presentan CIMMYT-Totales y CIMMYT-México, pero no debemos olvidar que México es sede principal de los centros CIMMYT, por eso hasta 1985 existe una similitud entre ambas líneas que comienzan a separarse en estos años debido a que los centros CIMMYT ubicados en otros países empiezan a registrar sus primeros trabajos de investigación en revistas de corriente principal (*WoS*), dado que es el periodo en que se crearon varios de estos centros en otros países como una medida para incrementar los niveles de producción de grano sobre todo, trigo y maíz (CIMMYT e IBPGR, 1991).

### *Impacto de los trabajos*

La *Figura 2* presenta por series anuales las citas que recibieron los trabajos publicados por investigadores de los centros CIMMYT. Las líneas referentes a citas CIMMYT-Totales, citas CIMMYT-México y citas CIMMYT-No-México tienen comportamientos muy parecidos a las publicaciones. Es decir, las citas de CIMMYT-totales y CIMMYT-México se mueven en forma paralela. Lo anterior porque México es sede de los primeros centros CIMMYT. Al igual

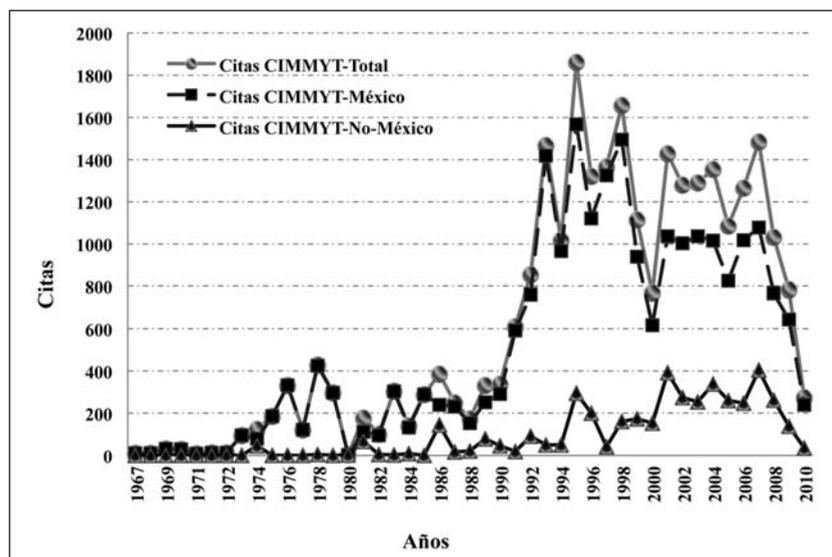


Figura 2. Citas por series anuales para las diferentes sedes del CIMMYT.

que los trabajos la separación de las líneas entre CIMMYT-Totales y CIMMYT-México la provocan los centros localizados en otras partes del mundo, que desde principios de la década de 1990 comienzan a publicar trabajos más citados. Existen casos excepcionales, como los ocurridos en 1981, 1986 y 1990, donde se observan incrementos en las citas CIMMYT-Totales, mientras que en México estos centros no lograron publicar trabajos altamente citados.

La *Figura 3* muestra la evolución de trabajos y citas por series anuales, donde podemos observar que los primeros trabajos publicados por CIMMYT-México generaron un gran interés entre la comunidad científica del área, así lo demuestran las 400 citas que recibieron. La gráfica se llevó a escala logarítmica de base 10 para manejar los datos en un mismo plano. De esta manera advertimos que son semejantes los patrones de comportamiento de los trabajos y citas para CIMMYT-México; sobre todo a partir de 1980 donde sólo existen dos trabajos y éstos no logran las suficientes citas para sostener la continuidad alcanzada desde los periodos 1960 y 1970, donde con 10 documentos publicados se consiguieron más de 100 citas. También podemos ver que hay continuidad en el incremento de las publicaciones, aunque las citas disminuyen. Las décadas posteriores señalan comportamientos similares, en particular durante el decenio 1990 cuando crecen los trabajos y las citas. En el año 2000 lo que se percibe es un descenso, así como una recuperación en los años siguientes, esto a pesar de la caída de citas de los últimos años de este periodo, situación que es normal dado que los documentos tienen un

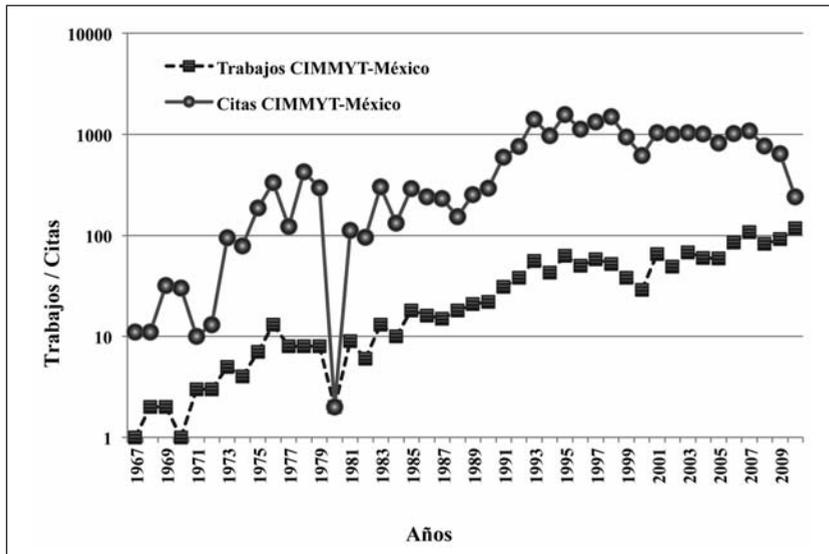


Figura 3. Producción e impacto por series anuales.

periodo de vida citable que comienza con el año de publicación (Luna-Morales, Luna-Morales y Collazo-Reyes, 2012).

En conclusión el CIMMYT-México registra incrementos de citas desde las primeras décadas de estudio 1960, 1970 y 1980, pero no son tan altos como los que se muestran en el periodo de los años 1990 y 2000, donde las citas se triplican y cuadruplican con respecto a los periodos anteriores. Prueba de ello son los promedios que se obtienen de las citas por trabajo publicado en las cinco décadas analizadas: 1960, 10 citas por trabajo publicado; 1970, 28 citas; 1980, 14; en 1990, 23 y en el 2000, 11. El mejor momento de recuperación de citas ocurrió en los años 1980 con 28 citas por trabajo publicado. De alguna manera las etapas de mayor producción e impacto se corresponden con los periodos de más producción e impacto de la ciencia mexicana, que registra incrementos a partir de las décadas 1990 y 2000. En el caso del CIMMYT, aunque en los años 2000 no se alcanzan más de 11 citas, hay grandes probabilidades de que se eleve el número actual, todo depende del periodo de citación de los trabajos publicados (Luna-Morales, 2012).

### *Revistas de publicación e impacto científico*

Los investigadores del CIMMYT dieron a conocer sus trabajos de investigación a través de 217 diferentes títulos de revistas de corriente principal; es decir, revistas incluidas en los índices del WoS. La *Tabla 1* enlista los 10 títulos más representativos según el número de trabajos publicados y citas obtenidas, entre las cuales destaca *Crop Science* por los 241 documentos difundidos, lo que equivale al 16.5 % del total de los trabajos publicados. No obstante no es ésta la fuente con el factor de impacto (FI) más alto dentro del grupo de revistas que tienen más alta publicación; este crédito le corresponde a *Theoretical and Applied Genetics*, que de acuerdo con el *Journal Citation Reports* (JCR) versión 2011, alcanza 3.264 de FI. Ambos títulos cubren temas como: agronomía, ciencias de las plantas, horticultura, genética y herencia; y se ubican en las disciplinas de ciencias biológicas, humanidades y medicina y ciencias de la salud. *Euphytica* es otra de las revistas con alta publicación al igual que *Field Crop Research* y *Plant Diseases*, entre otras.

En el caso de las revistas más citadas nuevamente sobresale *Crop Science*, que consiguió 4 869 citas, lo que corresponde al 21 % del total de las obtenidas para este centro. En este orden le sigue *Theoretical and Applied Genetics* con 2 575 citas que representan 11.1 % del global de las mismas. A estas revistas se agrega *Field Crop of Research* que aporta el 8 %. El resto de las revistas reportan entre 2 % y 6 % de las citas. En conjunto las 10 revistas publicaron 53 % del total de los trabajos para el CIMMYT, mientras que

Tabla 1. Principales revistas de mayor publicación e impacto

Núm.	Revistas Abreviadas	Trabajos	% Trabajos	Fi Trabajos (2011)	Núm.	Revistas Abreviadas	Citas	%Citas	Fi Citas (2011)	Categorías Temáticas	Disciplinas Científicas
1	<i>CropSci</i>	241	16,56	2.020	1	<i>Crop Sci</i>	4869	21,05	2.020	Agronomy	Agrociencias
2	<i>Euphytica</i>	121	8,35	1.597	2	<i>Theor. Appl Genet</i>	2575	11,1	3.264	Agronomy; Plant Sciences; Genetics & Heredity; Horticulture	Humanidades; Agrociencias; Ciencias Biológicas; Medicina y Ciencias de la Salud
3	<i>Theor Appl Genet</i>	104	7,18	3.264	3	<i>Field Crop Res</i>	1854	8	2.232	Agronomy; Plant Sciences; Genetics & Heredity; Horticulture	Ciencias Biológicas; Humanidades; Medicina y Ciencias de la Salud; Agrociencias
4	<i>Field Crop Res</i>	78	5,38	2.232	4	<i>Euphytica</i>	1427	6,17	1.597	Agronomy; Plant Sciences; Horticulture; Ciencias Biológicas	Humanidades; Agrociencias; Ciencias Biológicas
5	<i>PlantDis</i>	47	3,24	2.387	5	<i>Genome</i>	899	3,88	1.662	Plant Sciences; Biotechnology & Applied Microbiology; Genetics & Heredity	Ciencias Biológicas; Medicina y Ciencias de la Salud
6	<i>Maydica</i>	46	3,17	0.494	6	<i>Agron J</i>	808	3,49	1.797	Agronomy; Plant Sciences	Agrociencias; Ciencias Biológicas
7	<i>Agron J</i>	44	3,04	1.797	7	<i>PlantDis</i>	793	3,43	2.387	Agronomy; Plant Sciences	Agrociencias; Ciencias Biológicas
8	<i>Phytopathology</i>	40	2,76	2.428	8	<i>Aust J Agr Res</i>	721	3,11	1.328	Plant Sciences; Agriculture, Multidisciplinary	Ciencias Biológicas; Agrociencias
9	<i>Cereal Res Commun</i>	38	2,62	0.084	9	<i>Science</i>	609	2,63	31.373	Agronomy; Multidisciplinary Sciences	Agrociencias; Ingenierías
10	<i>Plant Breeding</i>	32	2,21	1.391	10	<i>Phytopathology</i>	555	2,4	2.428	Agronomy; Biotechnology & Applied Microbiology; Plant Sciences	Ciencias Biológicas; Agrociencias

las de mayor impacto reúnen 65 % del global de las citas. De acuerdo con el JCR estas fuentes cubren principalmente temas de agronomía, es por ello que se clasifican en la disciplina de agrociencias. No obstante, por revistas como *Theoretical and Applied Genetics*, *Euphytica*, *Cereal Research Communications* y *Field Crop Research*, también son ubicadas en temas de economía e ingenierías. Lo que quiere decir que el CIMMYT también aborda, aunque en menor cantidad, temas sociales y de humanidades.

Podemos advertir que entre las revistas con mayor publicación e impacto no destacan las locales y regionales. Una de las razones se debe al escaso número de revistas mexicanas, latinoamericanas y del Caribe en los índices del *WoS*, a pesar del incremento que se registró durante los periodos 1990 y 2000 a través de los distintos índices: *Science Citation*, *Social Science y Arts & Humanities* (Collazo-Reyes *et al.*, 2008; Rodríguez-Yunta, 2010), entre las que destacan revistas del área de agricultura y zootecnia como: *Agrociencia-México*, *Acta Botánica Mexicana*, *Revista Fitotecnia Mexicana*, *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, *Madera y Bosques*, entre otras; sin embargo, no son de las preferidas por la comunidad científica para dar a conocer sus resultados de investigación.

### *Colaboración científica*

La *Figura 4* presenta la colaboración de CIMMYT-México a nivel internacional, regional, nacional y trabajos sin colaboración. Podemos advertir que el CIMMYT-México sostiene mayor colaboración de tipo internacional, la cual se intensifica a partir de la década de 1990 y se consolida en el 2000. La colaboración más intensa ocurre entre los propios centros CIMMYT de todo el mundo y otras dependencias que por lo general forman parte del grupo CGIAR; lo que significa que entre estos centros existe la cultura por la colaboración entre establecimientos apoyados por organizaciones filantrópicas. Lo anterior también explica por qué es tan escasa la colaboración con instituciones locales y regionales. Sin embargo, la publicación a nivel de trabajos en autoría única, es decir, sin colaboración, fue alta, particularmente en los primeros años de los 90. No obstante, en los últimos años del estudio se observa un incremento en la colaboración nacional, lo cual es consecuencia del desarrollo de políticas nacionales que se están implementando en el sector agropecuario con las que se busca aumentar el grado de colaboración entre dependencias nacionales mediante el establecimiento de convenios de cooperación que pretenden generar investigación por medio de proyectos comunes (Suketoshi *et al.*, 2008). Lo antes mencionado no quiere decir que se abandonarán los planes que impliquen la colaboración internacional, por el

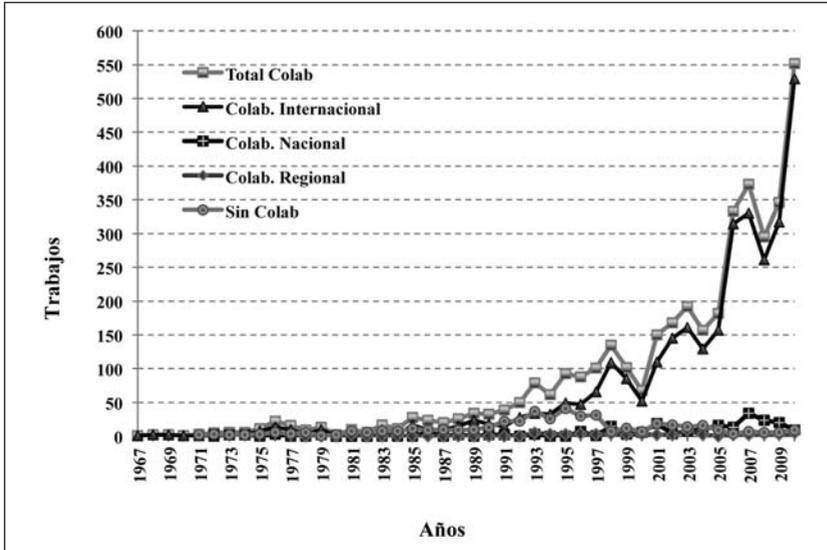


Figura 4. Colaboración científica del CIMMYT-México.

contrario, se reconoce que para mejorar lo nacional es indispensable estar bien en lo internacional (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2011). En este sentido se están respaldando un gran número de proyectos con distintos países, entre otros los relacionados con la agricultura. En conclusión podemos decir que los investigadores del CIMMYT-México se mueven en dos esquemas: primero, con preferencias por la publicación individual; y segundo, por la publicación en colaboración particularmente de tipo internacional. Esto como consecuencia de las colaboraciones que existen entre los propios centros CIMMYT, y por los convenios establecidos entre países a nivel mundial que buscan elevar aquella producción agrícola que ayude a reducir las necesidades de alimento.

### *Redes de colaboración científica y el capital científico académico*

#### *Países*

La Figura 5 presenta la colaboración que los investigadores de los centros CIMMYT-México sostienen a nivel de países. Estos datos corroboran lo mencionado en el apartado anterior, pues podemos ver que la colaboración más sólida se lleva a cabo con países como China, India, Australia y Filipinas, entre otros países europeos y asiáticos principalmente. A nivel de países de la región de América del Norte, Central, Sur y el Caribe, sobresalen los casos

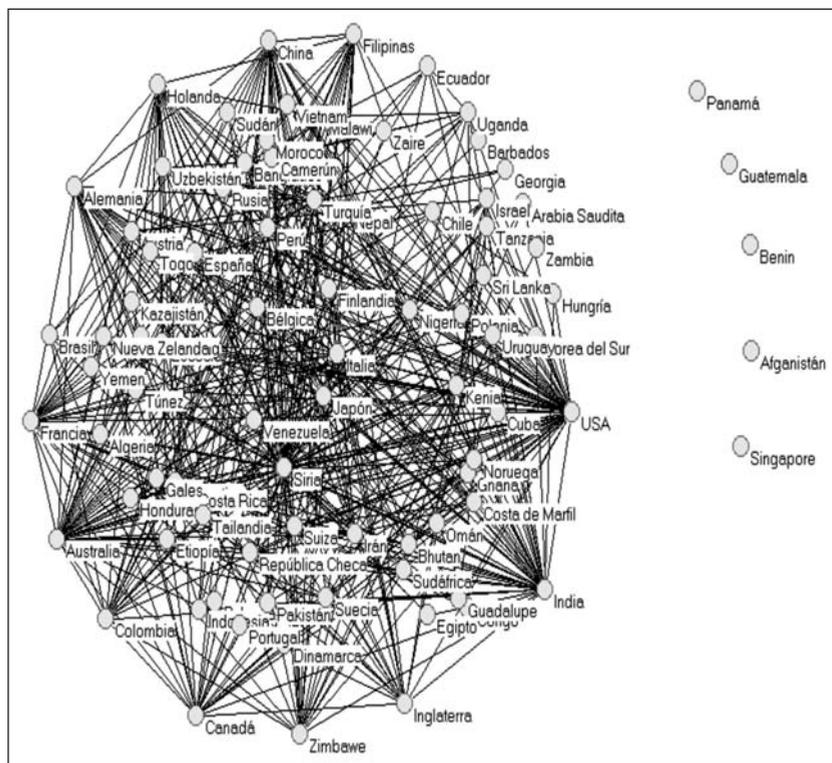


Figura 5. Colaboración del CIMMYT-México a nivel de países.

de Cuba, Brasil, Colombia, Argentina, Chile y Uruguay, así como con Estados Unidos de América y Canadá con los que se registran las colaboraciones más altas. En general los centros CIMMYT-México sostienen colaboración científica con 87 países de todos los continentes. Destacan los países donde están establecidos los centros CIMMYT y los que son apoyados por el grupo CGIAR, donde como ya se dijo la India, Australia y China se posicionan como máximos concentradores de capital científico académico, al atraer mayor número de países en colaboración.

### *Autores*

Las Figuras 6 a 9 muestran la colaboración científica de los autores adscritos a los centros CIMMYT-México. Para contar con una visión más detallada del desarrollo ocurrido en la colaboración científica e identificar a los autores con más integración en las redes y mayor producción científica se optó por separar las redes por periodos de 10 años. Debido al escaso número de

trabajos registrados entre los años de 1960 y 1970 se decidió generar una sola red, la cual está representada en la *Figura 6*, donde observamos además de autores únicos, la conformación de díadas (colaboración entre dos autores) y tríadas (colaboración entre tres autores); además de la identificación de las primeras redes constituidas con más de tres autores. En este caso sobresalen Fischer RA, Edmeades y Wilson como autores promotores de la colaboración científica. Borlaug, por su parte, integra una red pequeña que termina por unirse a la principal, donde Fischer RA es el máximo concentrador de capital académico científico. Fischer RA no es de los más productivos, sin embargo, gracias a la colaboración que sostiene en complementación con el apoyo de otros autores que fungen como punto de intermediación con otros, logra desarrollar una red más estructurada como la que se muestra.

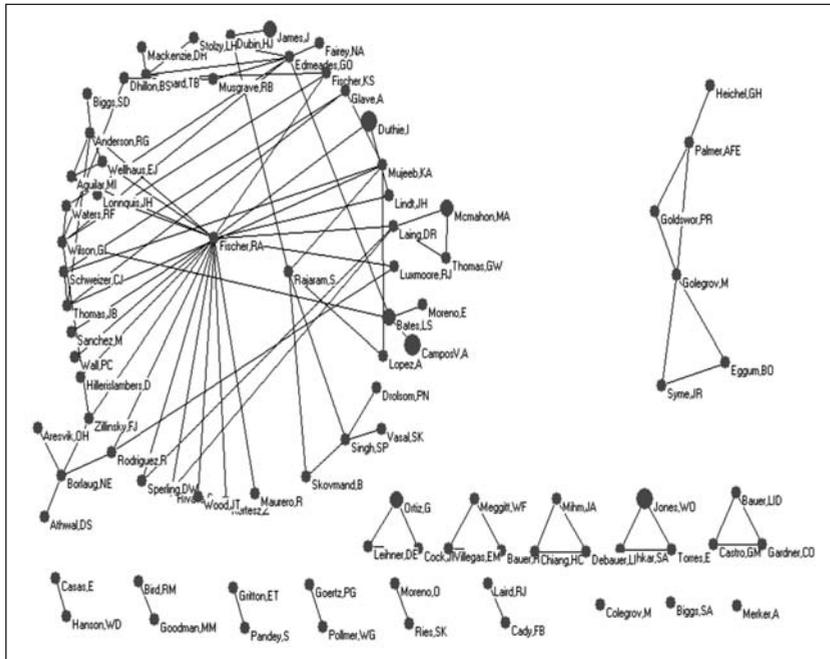


Figura 6. Colaboración científica del CIMMYT en las décadas 1960 a 1970.

Con la *Figura 7* podemos apreciar que en el periodo de los años 80 creció el número de investigadores en los centros CIMMYT-México, lo que provocó relaciones de colaboración más amplias. Se siguen mostrando autorías únicas, así como el vínculo entre dos, tres, cuatro, cinco y más autores en colaboración. Esta red advierte la presencia de un número más grande de autores que juegan un papel central; es decir, que atraen mayor colaboración y son



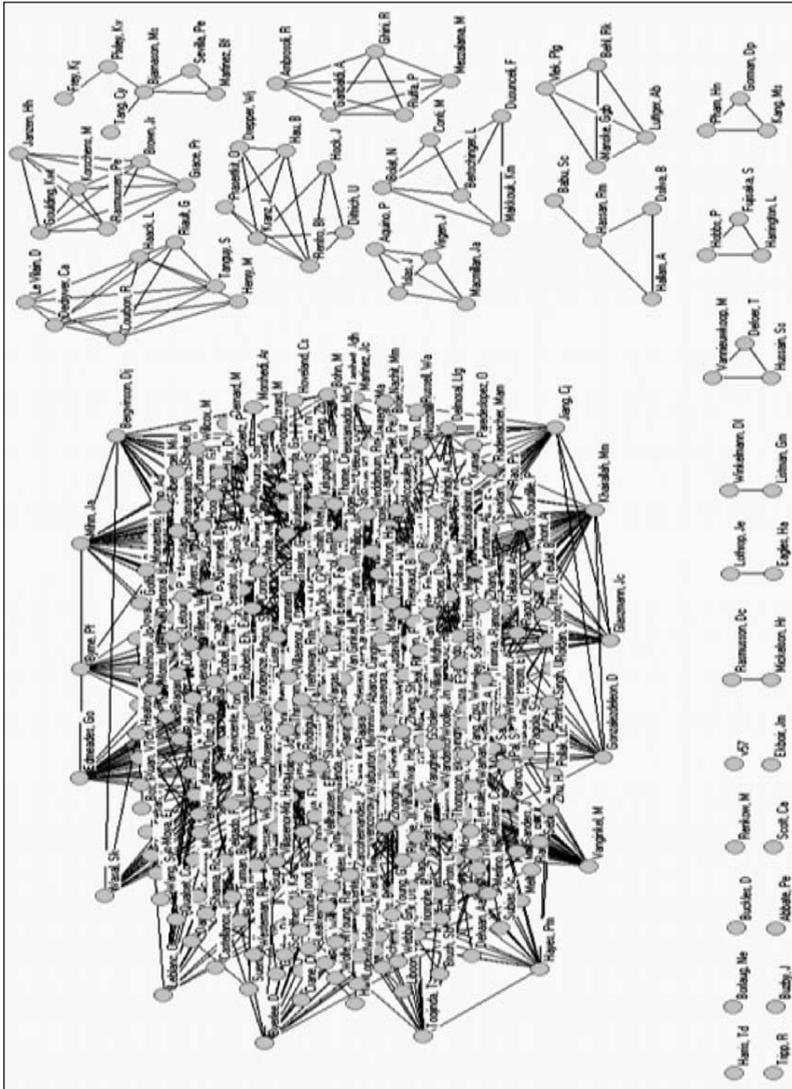


Figura 8. Colaboración científica del CIMMYT: década de 1990.

puente o punto de intermediación para abrir la colaboración con otros grupos, como es el caso de Mujeebrazzi, quien concentra la red más grande en el periodo analizado. Además es punto de intermediación con otros autores para unirse a otras redes. Entre otros autores que también destacan por la centralidad que tienen están Prescott, Zillinsky, Skovmand y Zuber, principalmente.

En la década de 1990 la colaboración entre autores se intensificó de manera extraordinaria. La *Figura 8* (página anterior) muestra estos incrementos, donde observamos la presencia de redes cada vez más estructuradas debido a la centralidad de gran parte de los autores, la intermediación y la cercanía que algunos ejercen para unir redes entre sí, y que dan como resultado la concentración que se observa en la red más grande.

Finalmente, la *Figura 9* se refiere a la red de colaboración de los años 2000, la más saturada de todas por el incremento de los autores en colaboración. En este caso observamos que creció el número de autores con centralidad, intermediación y cercanía. Esto trae 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 y consiguieron atraer a otros autores para trabajar en temas de interés, dando lugar a redes bien estructuradas y organizadas.

De acuerdo con la forma en que evolucionan las redes de colaboración de los centros CIMMYT-México, todo indica que es a partir de los años 90 cuando se comenzó a incrementar la participación entre los grupos de trabajo. Este suceso está muy relacionado con los crecimientos de colaboración ocurridos a nivel de la ciencia mexicana, cuando también crece la colaboración durante esa misma década. Un aspecto que sin duda interviene en estos crecimientos de colaboración es la forma en que se van integrando los agentes a lo largo del periodo analizado, es decir, las estructuras que conforman al CIMMYT, como investigadores, equipos, laboratorios, capital específico, entre otros, lo que finalmente repercute en las formas de investigación y da lugar a formas de organización más sólidas que tienen como consecuencia la visibilidad de capital científico más competitivo en todos los niveles de participación.

La agricultura a través del CIMMYT es un campo de acción que se ha definido como un campo científico al lograr estructuras y organización sólidas con amplio conocimiento y reconocimiento. En este sentido nos referimos a centros bien organizados con capitales económico y humano suficientes, con agentes que destacan por el número de trabajos que registran y las estructuras que muestran al formar parte de una red bien estructurada, gracias a lo cual logran poder y centralidad (Glia, 2003; Collazo-Reyes, Luna-Morales y Luna-Morales, 2012).



### Trabajos más citados

La *Tabla 2* hace referencia a los 21 trabajos de CIMMYT más altamente citados con un mínimo de 100 citas. El cuadro está estructurado en cinco columnas entre las que están: la revista y el año de publicación del trabajo y el total de citas que cada documento obtiene en el periodo analizado. Podemos advertir que en la década de 1960 ningún trabajo alcanzó 100 citas. El periodo de 1970 sólo reporta un trabajo que resultó ser el más citado de todos con 287 citas. El decenio de 1980 también registra un trabajo con más de 100 citas; de hecho es en estos periodos cuando se registran menos trabajos que alcancen o rebasen las 100 citas. Todo lo contrario a lo sucedido en los años 1990 y 2000, en el primero aparecen 15 trabajos y en el segundo cuatro. Es por ello que estos periodos están identificados como los más productivos y citados, sobre todo los años 90. Podríamos decir que la década del 2000 tampoco están muy bien representada; sin embargo, es muy probable que algunos trabajos publicados en este periodo consigan integrarse a la lista de los más citados, una vez que alcancen el promedio de vida citable, que generalmente varía entre 5 y 10 años (Luna-Morales, Luna-Morales y Collazo-Reyes, 2012). El mismo cuadro muestra la lista de autores más citados donde Borlaug no aparece como uno de los productivos ni citados; es decir, no registra trabajos con 100 o más citas. Lo que quiere decir que este personaje realizó un gran trabajo en el campo de la agricultura en México, pero esto no le valió para conseguir mayor producción e impacto científico y por consecuencia no es un aspecto que influyera en el Premio Nobel que recibió. Durante el periodo analizado Borlaug publicó en total 25 trabajos y consiguió 285 citas, entre sus trabajos más citados destacan dos publicados en 1983 y 2000, con 43 y 41 citas, respectivamente.

Es importante aclarar que para no ampliar más la tabla se utilizó *et al.* en el caso de los autores, y puntos suspensivos para los títulos, conservando siempre el nombre de Borlaug sin importar la posición en la lista de autores.

**Tabla 2.** Lista de trabajos más citados.

Autores	Títulos	Fuentes abreviadas	Años	Citas
Fischer, Ra; Maurer, R	Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. 1. Grain-Yield Responses	<i>Aust J Agr Res</i>	1978	287
Westcott, B	Some Methods of Analyzing...	<i>Heredity</i>	1986	110
Gardiner, JM; Coe, Eh; Meliahancock, S <i>et al.</i>	Development of a Core Rflp Map in Maize Using an Immortalized-F2...	<i>Genetics</i>	1993	174
Edmeades, GO; Bolanos, J; Hernández, M; Bello, S	Causes for Silk Delay in a Lowland Tropical Maize Population	<i>CropSci</i>	1993	108

Reynolds, MP; Balota, M; Delgado, MI; Amani, I <i>et al.</i>	Physiological and Morphological Traits Associated with Spring...	<i>Aust J Plant Physiol</i>	1994	110
Nelson, JC; Vandeynze, AE; Autrique, E <i>et al.</i>	Molecular Mapping of Wheat - Homoeologous Group-3	<i>Genome</i>	1995	168
Nelson, JC; Vandeynze, AE; Autrique, E <i>et al.</i>	Molecular Mapping of Wheat - Homoeologous Group-2	<i>Genome</i>	1995	141
Ribaut, JM; Hoisington, DA; Deutsch, JA; Jiang, C <i>et al.</i>	Identification of quantitative trait loci under drought conditions in...	<i>TheorAppl Genet</i>	1996	116
Bolaños, J; Edmeades, GO	The importance of the anthesis-silking interval in breeding...	<i>Field Crop Res</i>	1996	115
Sayre, KD; Rajaram, S; Fischer, RA	Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico	<i>CropSci</i>	1997	127
Ribaut, JM; Jiang, C; González León, D; Edmeades, GO <i>et al.</i>	Identification of quantitative trait loci under drought conditions...	<i>TheorApplGenet</i>	1997	114
Jiang, CJ; Zeng, ZB	Mapping quantitative trait loci with...	<i>Genetica</i>	1997	107
Fischer, RA; Rees, D; Sayre, KD; Lu, ZM <i>et al.</i>	Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance....	<i>CropSci</i>	1998	170
Matson, PA; Naylor, R; Ortiz-Monasterio, I	Integration of environmental, agronomic, and economic aspects...	<i>Science</i>	1998	149
Rasmussen, PE; Goulding, KWT; Brown, JR <i>et al.</i>	Agroecosystem, Long-term agroecosystem experiments...	<i>Science</i>	1998	103
Graham, R; Senadhira, D; Beebe, S <i>et al.</i>	Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops...	<i>Field Crop Res</i>	1999	148
Reynolds, MP; Rajaram, S; Sayre, KD <i>et al.</i>	Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green...	<i>CropSci</i>	1999	100
Araus, JL; Slafer, GA; Reynolds, MP; Royo, C	Plant breeding and drought in C-3 cereals: What should we breed for?	<i>Ann Bot</i>	2002	173
Gupta, PK; Balyan, HS; Edwards, KJ <i>et al.</i>	Genetic mapping of 66 new microsatellite (SSR) loci in bread...	<i>TheorAppl Genet</i>	2002	142
Harjes, CE; Rocheford, TR; Bai, L; Brutnell, TP <i>et al.</i>	Natural genetic variation in lycopene epsilon cyclase tapped for maize...	<i>Science</i>	2008	103
Buckler, ES; Holland, JB <i>et al.</i>	The Genetic Architecture of Maize...	<i>Science</i>	2009	100

### *Contribución del CIMMYT-México a la ciencia mexicana*

La *Figura 10* presenta con valores relativos el crecimiento de trabajos para el CIMMYT-México en comparación con la ciencia en México. Es decir, la suma total de los trabajos se dividió entre el número de años estudiados y el valor resultante se tomó como dato divisor de cada uno de los datos anuales, tanto de los trabajos como de citas registradas por año. Como se puede observar CIMMYT-México presenta dos periodos con mejor crecimiento que México, el primero de 1989 a 1997 y el segundo de 2006 a 2010. Es decir, 11 años se mantuvo con promedios de producción mayores a los de la ciencia mexicana, no obstante la producción nacional guarda los periodos

más largos con mejor crecimiento exponencial, como lo muestran los años de 1972 a 1984, 1987 a 1988 y 1998 a 2005, que dieron como resultado 19 años de crecimiento constante. Por otro lado y de acuerdo con los valores resultantes de la ecuación de cada línea de tendencia exponencial aplicada a los datos, en ambas variables los valores de regresión indican ajustes de crecimiento aceptables de  $R^2=0.8451$  para el caso de CIMMYT-México y  $R^2=0.8023$  para la ciencia mexicana.

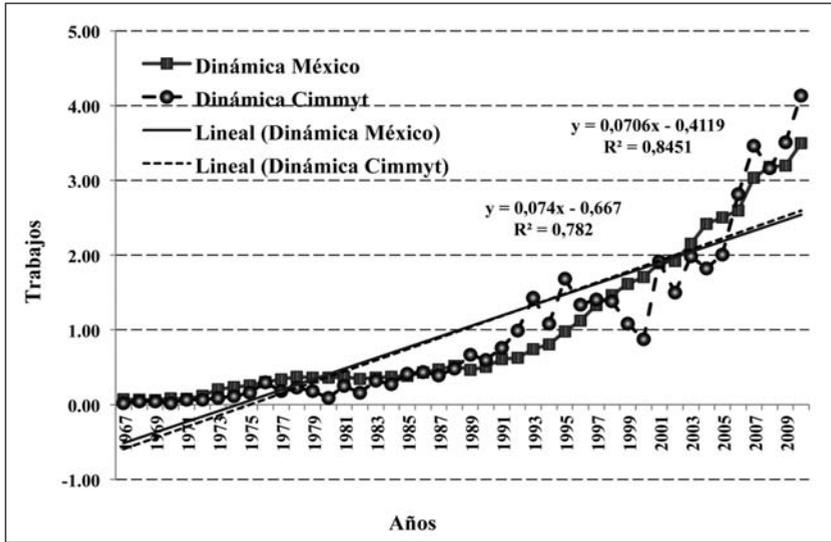


Figura 10. Dinámica de producción de CIMMYT-México vs. ciencia mexicana.

Conforme a lo mostrado en la *Figura 11*, el impacto de la literatura científica nacional registra crecimientos exponenciales durante todos los años del análisis, mientras que CIMMYT-México sólo presenta crecimientos y decrecimientos durante las cuatro décadas analizadas. Los únicos años en que destacan las citas de CIMMYT-México son 1993, 1995 y 1998. Por último, los valores de la ecuación inferen que la ciencia mexicana tiene un mejor ajuste de crecimiento que CIMMYT-México, la primera registra un valor de regresión de  $R^2=0.9146$  y la segunda  $R^2=0.5433$ . El CIMMYT-México ha logrado avances muy significativos en términos de producción y citas, lo que le ha valido para ubicarse como uno de los sectores más productivos del país (Luna-Morales, 2010). Sin embargo es importante considerar la posibilidad de darle continuidad a este estudio, lo que podría tratarse desde dos perspectivas: (1) abordar aspectos como recursos económicos, humanos, materiales y patentes y (2) analizar las citas que reciben los trabajos CIMMYT a fin de determinar la procedencia de las citas que reciben los trabajos con adscripción a estos centros.

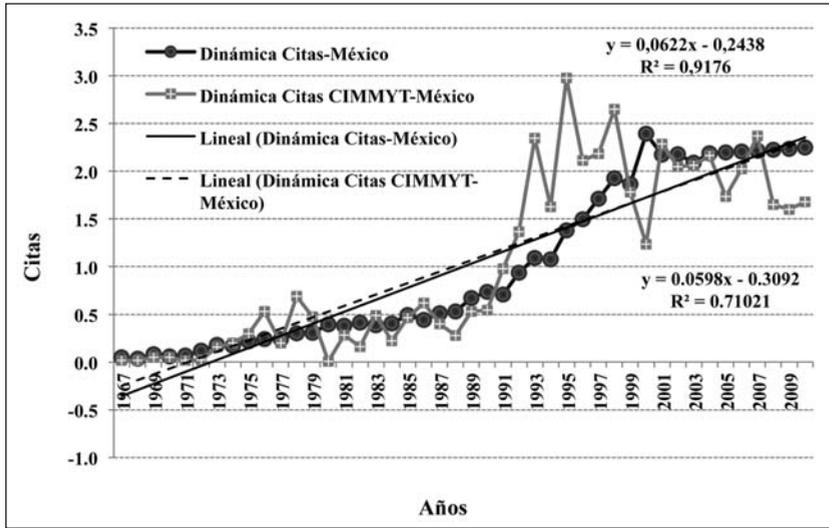


Figura 11. Dinámica de citas de CIMMYT-México vs. ciencia mexicana.

## CONCLUSIONES

Los patrones de producción y citas que presentan los centros CIMMYT se definieron a partir de la década de 1990, época en que los investigadores consiguieron sostener crecimientos más constantes de trabajos y citas a través de los índices de citas como  $WoS$ . Lo anterior como consecuencia del desarrollo de distintos agentes y la estructura del capital científico logrado en los centros CIMMYT, como la integración de sedes nuevas y el crecimiento de las infra-estructuras institucionales más organizadas acordes a las necesidades de investigación de los distintos centros instalados a nivel mundial. Destacan los centros CIMMYT-México porque, además de ser sede principal, tienen mayor trayectoria y experiencia científica, dado que contaron con uno de los personajes más reconocidos en el campo de la agricultura en el mundo (Norman Borlaug) gracias a sus contribuciones en el desarrollo temprano de la genética de plantas en México (Gaona-Robles y Barahona-Echeverría, 2001). En este contexto no podemos negar la gran importancia de la agricultura en México, y el CIMMYT ha contribuido en gran medida a mejorar las condiciones agrícolas en el país y el mundo (Espinoza-Arellano, 2001), lo que trajo como consecuencia un premio Nobel de la Paz; sin embargo, de acuerdo con estos resultados bibliométricos no generó un efecto relevante, por lo menos en términos de producción e impacto científico, dado que Borlaug no destaca entre los autores más citados y tampoco es uno de los más productivos.

Conforme al objetivo planteado y de acuerdo con los resultados obtenidos, el estudio ayudó a determinar que el CIMMYT y en particular los centros localizados en México han desarrollado un papel fundamental en el crecimiento de la ciencia nacional y en los países donde éstos se ubican. Las publicaciones científicas difundidas en revistas de corriente principal les han permitido mantener presencia internacional, y en el caso de México, los crecimientos mostrados son determinantes que influyen para que el CIMMYT se posicione como una de las instituciones en el país con mayor producción e impacto científico (Luna-Morales, 2010; Pérez-Angón, 2012), con lo que contribuye de esta manera al desarrollo de la ciencia en México, donde se muestra con porcentajes por arriba del 1 % tanto en trabajos como en citas. Además es una de las áreas de investigación de gran interés en México, por la trayectoria científica que registra en los índices internacionales con trabajos publicados desde la primera mitad del siglo XX (Luna-Morales *et al.*, 2009).

A nivel de literatura publicada son muy pocos los trabajos que sobre agricultura se han desarrollado, y muy escasos sobre el CIMMYT, y menos enfocados a medir los aspectos bibliométricos. Es por ello que el presente trabajo representa un esfuerzo no sólo para dar a conocer hallazgos bibliométricos sobre este centro, sino también como una manera de generar literatura que ayude a entender de mejor manera los procesos de evolución de los centros CIMMYT.

#### LITERATURA CITADA

- Aquino-Mercado, P.; Peña, R. y Ortiz-Monasterio, J. I. (2007), *México y el CIMMYT*, CIMMYT, México, 44 pp.
- Barahona, A.; Pinar, S. y Ayala, F. J. (2003), *La genética en México: institucionalización de una disciplina*, UNAM, México, 237 pp.
- Bourdieu, P. (1992), "El campo científico", en *REDES*, 1 (2): 131-160.
- Cavallazzi-Vargas, G. (2006), "Visita al Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT)", *Reseñas*, en *Mundo Alimentario*, enero-febrero: 28-29.
- CIMMYT e IBPGR (1991), *Descriptoros para maíz/Descriptors for maize/Descripteurs pour le maïs*, Rome, Italy: CIMMYT: IBPGR, 100 pp., disponible en: [http://www.maizegdb.org/CIMMYT\\_IPGRI\\_descriptors\\_maize.pdf](http://www.maizegdb.org/CIMMYT_IPGRI_descriptors_maize.pdf) (febrero, 2012).
- Collazo-Reyes, F.; Luna-Morales, M. E.; Russell, J. M. y Pérez-Angón, M. A. (2008), "Publication and citation patterns of Latin American & Caribbean journals in the SCI and SSCI from 1995 to 2004", en *Scientometrics*, 75 (1): 145-161.

- Collazo-Reyes, F.; Luna-Morales, M. E. y Luna-Morales, E. (2012), "Aproximación a las formas de organización de la producción científica a través de redes de coautoría", en *Avance y Perspectiva*, 4 (4): 1-12, disponible en: <http://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/1866/aproximacion-a-las-formas-de-organizacion-de-la-produccion-cientifica-a-traves-de-redes-de-coautoría> (febrero, 2012).
- Espinoza-Arellano, J. J. (2001), "Contexto y tendencias en los apoyos a la investigación agropecuaria en México", en *Revista mexicana de Agrociencias*, 9: 274-282.
- Gaona-Robles, A. L. y Barahona-Echevarría, A. (2001), "La introducción de la genética en México: la genética aplicada al mejoramiento vegetal", en *Asclepios*, 53: 23-44.
- García-Lara, S.; Saucedo-Camarillo, N.; Bergvinson, D. J. (2007), *Silo metálico. Manual técnico de fabricación y manejo*, CIMMYT, México, 65 pp.
- Glia, A. (2003), "Pierre Bourdieu y la perspectiva reflexiva en las ciencias sociales", en *Desacatos. Revista de Antropología Social* (011): 149-160.
- Gorbea-Portal, S.; Ávila-Uriza, M. (2009), "Publicaciones seriadas en Ciencias Bibliotecológica y de la Información: su estado actual", en *Investigación Bibliotecológica*, (23) 48: 179-209.
- Luna-Morales, M. E. (2012), "Determinants of the Maturing Process of the Mexican Research Output: 1980-2009", en *Interciencia*, 37 (10): 736-742.
- Luna-Morales, E.; Luna-Morales, M. E. y Collazo-Reyes, F. (2012), "Indicadores bibliométricos Cinvestav: 1961-2010", en *Avance y Perspectiva*, 4 (4): 1-10, disponible en: <http://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/150/indicadores-bibliometricos-cinvestav-1961-2010> (febrero, 2012).
- Luna-Morales, M. E.; Collazo-Reyes, F.; Russell, J.; Pérez-Angón, M. A. (2009), "Early Patterns of Scientific Production by Mexican Researchers in Mainstream Journals: 1900-1950", en *JASIST*, 60: 1337.
- Luna-Morales, M. E. (2010), *La maduración de la ciencia mexicana: un análisis histórico bibliométrico de su desarrollo de 1980-2004*, UNAM, México, 235 pp.
- Pérez-Angón, M. A. (2012), *Atlas de la Ciencia Mexicana 2012*, Conacyt, México, 115 pp.
- Retana-Guiascón, O. G. (2009), "La institucionalización de la investigación científica en México: breve cronología", *Ciencia*, 94: 46-51.
- Rodríguez-Yunta, L. (2010), "Las revistas iberoamericanas en *Web of Science* y *Scopus*: visibilidad internacional e indicadores de calidad", en *VII Seminario Hispano-Mexicano de Investigación en Bibliotecología y Documentación* (Ciudad de México, 8 de abril de 2010), pp. 1-15, disponible en línea: <http://eprints.rclis.org/14490/1/LuisRY7Encuentro.pdf> (febrero, 2013).

- Rubio, B. (2004), *El sector agropecuario mexicano frente al nuevo milenio*, UNAM: Plaza y Valdés, México, pp. 17-44.
- Sarthou, N. (2011), "Algo más que comunicación científica: debates académicos en la revista desarrollo económico en los años 70", en *Razón y Palabra*, 77 (agosto-octubre): 1-26, disponible en: [http://www.razonypalabra.org.mx/varia/77\\_1A%20PARTE/02\\_Sarthou\\_V77.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/varia/77_1A%20PARTE/02_Sarthou_V77.pdf) (octubre, 2012).
- Secretaría de Relaciones Exteriores (2011), *Informe México de Cooperación Internacional 2010*, México: SER, Unidad de Relaciones Económicas y Cooperación Internacional, Dirección General de Cooperación Técnica y Científica, 22 pp.
- Suketoshi, T.; Chávez-Tovar, V. H.; Rivas, M. y Rodríguez-Alvarado, M. (2008), *Monitoreo y recolección de la diversidad de razas de maíz criollo en la región de la Huasteca*, CIMMYT, México, 17 pp.
- Woolston, J. E. (2008), *A Thousand Peer-reviewed Journal Articles from CIMMYT and Its Collaborators: 1966-2002*, CIMMYT, Mexico, 44 pp.

