



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

3
2E

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE BIBLIOTECOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
DEL DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS
DE LA UNAM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN BIBLIOTECOLOGÍA
P R E S E N T A,
MARINA CECILIA FLORES MORENO



ASESORA: DRA. JUDITH LICEA DE ARENAS

MÉXICO, D. F.

OCTUBRE 1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



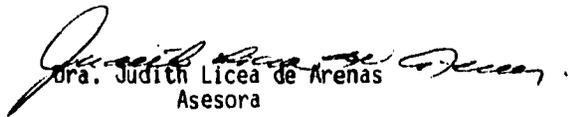
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

Vo. Bo.


ora. Judith Licea de Arenas
Asesora

Vo. Bo.



Lic. Hugo A. Figueroa A.
Coordinador del
Colegio de Bibliotecología



FACULTAD DE
FILOSOFÍA Y LETRAS

Sra. Trinidad Moreno y Eduardo
A ti mamá que te extraño tanto y por
tu ayuda que siempre me brindaste.
A ti hermano por el ejemplo que siempre nos diste.

A mi padre, hermanas y sobrinos
Sr. Cruz Flores
Martina, Carolina, Susana y Claudia Ivonne
Giovanni, Donovan Eduardo y Christian

A Celso mi compañero, porque debido a su insistencia
esta tesis se terminó.

A Norma Jiménez mi amiga desde la infancia,
por su compañía y por los tiempos pasados.

A mi asesora por sus correcciones y por su paciencia.
Dra. Judith Licea de Arenas

A el personal del Departamento de Biotecnología y a la
Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas
de la UNAM por la información.
Lic. Erasto Brito Brito

A los sinodales por sus correcciones.
Lic. Hugo A. Figueroa Alcantara
Dr. Celso García Espinosa
Lic. José Luis Sapiens V.
Lic. Sofia Brito Ocampo

A las compañeras del INER por su ayuda.

INDICE

Lista de ilustraciones	v
INTRODUCCION	viii
1 LA CIENCIA EN MEXICO	
1.1 Generalidades.....	1
1.2 México antiguo	2
1.3 Epoca colonial	4
1.4 México independiente	8
1.5 Epoca contemporánea	10
1.6 La comunicación en la ciencia	16
2 LA INVESTIGACION BIOMEDICA EN MEXICO	
2.1 Generalidades.....	27
2.2 Epoca prehispánica	31
2.3 Epoca colonial	33
2.4 Epoca contemporánea	37
2.5 La investigación biomédica en la UNAM	41
3 LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA UNAM.....	50
4 EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS.....	60
4.1 Organización y líneas de investigación actuales.....	72
5 EL DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA.....	86
5.1 La biotecnología	94

6	BIBLIOMETRIA	
	6.1 Historia	112
	6.2 Características	115
	6.3 Leyes bibliométricas	116
	6.4 Índice de citas	121
	6.5 El Science Citation Index	127
	6.6 Análisis de citas	130
7	MATERIALES Y METODOS.....	140
8	RESULTADOS.....	145
9	DISCUSION.....	149
	CONCLUSIONES.....	197

LISTA DE ILUSTRACIONES

Fig. 1	Distribución porcentual de publicaciones según tipo de documento	151
Tab. 2	Distribución de los documentos según su tipología e idioma de publicación	152
Fig. 2	Distribución porcentual de los documentos, según su origen	153
Tab. 2	Títulos de los libros publicados por los investigadores	154
Fig. 3	Distribución porcentual de los documentos de acuerdo con su idioma de publicación	155
Tab. 3	Títulos de los capítulos de libros publicados por los investigadores	156
Fig. 4	Distribución de los artículos científicos según años de publicación y citas recibidas 1972-1990	157
Tab. 4	Producción de los investigadores aparecida en fuentes diversas	158
Tab. 5	Revistas citadas por país de origen.....	159
Tab. 6	Revistas no citadas por país de origen.....	160

Tab. 7	Distribución de las revistas por país de origen..	161
Tab. 8	Intervalos entre la publicación de un artículo y su primera cita	162
Tab. 9	Investigadores que publicaron artículos en autoría individual	163
Tab. 10	Investigadores que publicaron en coautoría	164
Tab. 11	Investigadores del Departamento de Biotecnología que publicaron con investigadores de otros departamentos	165
Tab. 12	Investigadores citados y quienes los citaron	166-8
Tab. 13	Las autocitas y las revistas donde publicaron los artículos citados.....	169-71

REDES DE COLABORACION

Fig. 5	Sánchez, S.....	172
Fig. 5.1	Herz, J.E.....	173
Fig. 5.2	Watson, T.G.....	174
Fig. 5.3	Calderón, E.....	175
Fig. 5.4	Alvarez, R.....	176
Fig. 5.5	Islas, L.....	177
Fig. 5.6	Quintero, R.R.....	178
Fig. 5.7	Edid, M.....	179

Fig. 5.8	Casas, L.....	179
Fig. 5.9	Jara, J.....	181
Fig. 5.10	González, P.....	182
Fig. 5.11	Tinoco Valencia, J.R.....	183
Fig. 5.12	Kaufman, C.....	184
Fig. 5.13	Villegas Ramírez, L.....	185
Fig. 5.14	Espinosa, M.T.....	186
Fig. 5.15	Díaz Castañeda, M.....	187
Fig. 5.16	Espinosa, E.....	188
Fig. 5.17	Cordova, M.S.....	189
Fig. 5.18	Galindo, E.....	190
Fig. 5.19	Peschard Mariscal, E.....	191
Fig. 5.20	García González, R.....	192
Fig. 5.21	Obregón Lemuz, A.M.....	193
Fig. 5.22	Avila, A.....	194
Fig. 5.23	Orozco, M.E.....	195
Fig. 5.24	Pérez Gavilán Escalante, J.P.....	196

INTRODUCCION

Al principio la investigación científica en México se realizaba en forma aislada y no es sino hasta la década de los treinta cuando se empiezan a fundar instituciones dedicadas exclusivamente a la investigación. Entre ellas se encuentra el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México el cual, fue fundado en 1940 y es una de las instituciones de mayor tradición en el país. El Instituto se dedica primordialmente a la investigación biomédica.

El Departamento de Biotecnología se funda en 1972 con dos secciones: Bioingeniería y Biomedicina. De la sección que nos ocuparemos es de la primera, ya que es la que constituye actualmente el Departamento y la segunda se convirtió en el hoy Departamento de Inmunología.

En el Departamento de Biotecnología se desarrollan proyectos de ingeniería enzimática, fermentación, regulación metabólica, uso de los desechos orgánicos y aplicación de la ingeniería genética en la industria quimicofarmacéutica y alimentaria. Su visión es dar respuesta a problemas de investigación del sector salud y productivo.

En México la biotecnología está dando sus primeros pasos, aunque su desarrollo es muy prometedor, ya que tan sólo en el área alimentaria ha desarrollado tecnologías en vías de un rápido perfeccionamiento en actividades de beneficio familiar, social, industrial y económico, y se augura que en un futuro aporte

soluciones a los problemas de escasez alimentaria y del déficit de proteínas.

Los objetivos que se persiguieron en esta investigación fueron identificar y medir la actividad científica de los trabajos publicados por los investigadores del departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM.

Para realizar la investigación se tomaron en cuenta los trabajos producidos por los investigadores que pertenecen al Departamento desde su creación en 1972 hasta 1990. Es así como se hace un seguimiento de los trabajos producidos por el Departamento y se mide la repercusión que han tenido a nivel nacional e internacional. Para lograr los objetivos se identificaron, recopilaron y organizaron los documentos pertenecientes al Departamento y con base en técnicas bibliométricas se cuantificó su producción científica, incluyendo las citas recibidas.

En el capítulo uno se describe la historia de la ciencia desde el México antiguo hasta la época contemporánea y las diferentes formas de comunicación que se dan en ella.

En el capítulo dos se toca el tema referente a la investigación biomédica en México: se describe su historia desde la época prehispánica hasta la época contemporánea y, por último, la investigación biomédica dentro de la UNAM.

El capítulo tres se dedica a la investigación científica en la UNAM.

La historia y desarrollo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, así como su organización y líneas de investigación actuales se tratan en el capítulo cuatro.

En el capítulo cinco se reseña la historia y desarrollo del Departamento de Biotecnología, así como la historia de la biotecnología tanto a nivel nacional como internacional.

Se presenta en el capítulo seis el desarrollo de la bibliometría, así como, las leyes bibliométricas.

En el capítulo siete, ocho, nueve y diez se presenta la investigación.

Para obtener los resultados se tomaron en cuenta algunas variables como idioma, año de publicación, tipo de documento, autoría y coautoría, número de citas y autocitas. También, se realizarán las redes de colaboración donde se da seguimiento a cada uno de los investigadores.

Los resultados obtenidos permiten conocer la producción y repercusión que han tenido los trabajos producidos por los investigadores del Departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM en el periodo estudiado.

Se espera que este trabajo sea de utilidad para los investigadores que pertenecen al Departamento, al Instituto y a todos aquellos interesados en la biotecnología y la bibliometría. Si bien estamos conscientes que este trabajo fue realizado con rigor metodológico, las conclusiones son provisionales.

1 LA CIENCIA EN MEXICO

1. 1 Generalidades:

La investigación científica ha tenido un desarrollo diferente en cada civilización. Diversos elementos han influido en ello, por ejemplo, los modos de producción, los cuales determinan las costumbres, cultura e ideología, además de que en los orígenes de la humanidad el conocimiento científico era privilegio de una minoría. Si nos remontamos en la historia, tenemos que no existía una distinción entre lo que era y representaba la ciencia.

La ciencia puede definirse como "un conjunto de conocimientos verdaderos, relativos a un objeto determinado y deducido de principios ciertos y evidentes." (1) La ciencia es un producto cultural y en ella se ve implícita la actividad científica, la cual se presenta como un proceso social. En este sentido, la actividad científica es "un conjunto de determinados procesos de producción de conocimientos, unificados por un campo conceptual común, organizados y regulados por sistema de normas e inscritos en un conjunto de aparatos institucionales y materiales".(2)

Hoy en día, la ciencia puede considerarse como el resultado o la suma total del conocimiento científico, no obstante, sabemos que la ciencia no es absoluta, sino relativa y que si bien, en un

principio se realiza un experimento y se "descubre" algún elemento o concepto, en el futuro será reemplazado por otro, así, tenemos que la ciencia es infinita.

Por lo que respecta a la historia de la ciencia en México, encontramos que es remitirnos a un pasado poco explorado y en muchas ocasiones hasta ignorado.

Nuestro país tiene, al igual que otros, una historia secreta que permanecía oculta y subterránea y que pocos hombres han querido resucitar. (3)

1.2 México antiguo

En sus orígenes, los indígenas experimentaban y observaban "indagando el comportamiento de la naturaleza y el funcionamiento de la sociedad". (4), puesto que se dice que "entre los pueblos primitivos el conocimiento es el resultado directo de las actividades que el hombre ejecuta en la práctica de los oficios y de las artes." (5)

El inicio de la agricultura, junto con la alfarería, cestería e industria lítica, logró que el hombre nómada comenzara a ser sedentario; ésto hizo que la tecnología tuviera una base más sólida, en particular del cultivo; además de la productividad agrícola, este avance se puede palpar cuando se experimenta y comienza a emplear el sistema de riego.

Los indígenas tenían conocimientos de algunas funciones del

cuerpo humano; sabían mucho de minerales, vegetales y animales y más aún, de los movimientos de los astros; contaron además con gente que manejaba esbozos científicos que transmitían de generación en generación.

En el campo de las ciencias naturales: mineralogía, botánica, biología y medicina, los imperios mexica y tarasco conocían perfectamente los lugares donde se localizaban los metales preciosos, la forma de explotarlos y las técnicas metalúrgicas. Además, aprendieron a distinguir los diferentes tipos de reptiles, mamíferos y peces, algunos de los cuales fueron seleccionados por su utilidad; asimismo, la medicina en sus diversos tipos, mineral, vegetal y animal, era semejante entre los diferentes indios cultos (sacerdotes y nobles).

De la ciencia indígena precortesiana podemos mencionar que el mayor adelanto científico se logró en la aritmética, así como la cronología astronómica entre los mexicas y mayas.

La medicina prehispánica contaba con un rico acervo de plantas que contenían propiedades farmacológicas. A pesar de que las prácticas médicas se relacionaban con el pensamiento mágico-religioso, se diagnosticaban y pronosticaban enfermedades. Si bien la práctica de la medicina no fue esencialmente sintomática, los mexicas se ocuparon de sus causas y efectos. También, "el padre enseñaba al hijo sobre la manera de conocer las enfermedades a las cuales daba su denominación, de qué manera se curaba, bien a merced a actos de pequeña cirugía, o por medio de drogas que pertenecían regularmente a los reinos vegetal y animal,

o bien por el uso de baños o de otros medios de fisioterapia primitiva." (6)

Estudiaban los posibles remedios vegetales de diversas enfermedades, clasificaban los síntomas de los mismos y las agrupaban en cuadros clínicos específicos que facilitaba la identificación del padecimiento. Algunos de estos medicamentos todavía resultaban eficientes en el tratamiento de varias afecciones, aunque otros no eran sino curas a base de embrujamientos y hechicerías con piedras preciosas y partes de animales, que revelaban la índole a la vez mágica y científica de la medicina prehispánica.

1.3 Epoca colonial

A partir del siglo XVI, con la conquista y colonización de México se amplió enormemente la perspectiva de la ciencia europea con el conocimiento y el estudio de los avances realizados por las culturas autóctonas en ese campo. En Mesoamérica, los conquistadores se toparon con grupos de alto nivel cultural. Aunque lograron imponer su civilización y dominio, a pesar de la fusión violenta de las dos culturas, la ciencia prehispánica logró impresionar fuertemente a las mentes de los recién llegados. Los códices y los monumentos que sobrevivieron, así como las crónicas primitivas, dan una idea del alto grado de evolución alcanzado por las producciones científicas y técnicas. (7)

En términos de desarrollo tecnológico, los españoles introdujeron nuevos cultivos, prácticas agrícolas y ganaderas, aunque en éstos campos los precortesianos ya tenían grandes adelantos.

En general, la ciencia que se desarrolló en América Latina y particularmente en México tuvo un carácter práctico. Roche (8) ha señalado que: las motivaciones de la ciencia hispanoamericana en el período colonial fueron eminentemente prácticas, y ésto se ve ejemplificado por el proceso de amalgamar en el siglo XVI, las expediciones botánicas, los estudios antropológicos de Bernardino de Sahagún, la adaptación de muchas especies de plantas y animales procedentes de Europa, y la fundación del Real Colegio de Minería en México, en el siglo XVIII, y la expedición que trajo la vacuna contra la viruela a comienzos del siglo XIX.

Un factor de gran importancia en la introducción de la ciencia occidental, aunque tamizado por la religión, fue el esfuerzo de las órdenes religiosas, especialmente en la educación en los territorios españoles y portugueses durante el siglo XVII y parte del XVIII en que fueron expulsados. El interés en promover una educación superior y una formación científica, que derivó en la fundación de muchos colegios y universidades, tenía claros nexos con su estrategia general de "conquista espiritual". (9) Los jesuitas se apoderaron del monopolio de la educación en los colegios, a través de los cuales introdujeron el acceso al sistema universitario, y en cuyas disciplinas y métodos lograron influir.

La secularización de la enseñanza se inició en México en el

año de 1767, con la apertura del Colegio de las Vizcaínas, escuelas de artes y oficios de carácter estrictamente laico y por completo independiente de la tutela eclesiástica. A dichas fundaciones siguieron pronto las de otros establecimientos igualmente laicos: la Real Escuela de Cirugía, que comenzó sus actividades en 1770 y que fue bien conocida por la aptitud de los cirujanos romancistas que preparaban en sus cátedras; la Academia de las Artes de San Carlos- hoy Escuela de Artes Plásticas de la UNAM-en 1781, que fue el primer centro educativo en el cual se suprimió la instrucción religiosa; el Jardín Real Botánico de México establecido en el Palacio Nacional inaugurado en 1788, en el cual se volvió a establecer el estudio sistemático de la botánica; y en 1792, el Real Seminario de Minería-Reales Ordenanzas de Minería para Nueva España-de merecida fama por sus enseñanzas científicas, sus investigaciones de laboratorio y sus exploraciones técnicas. Con el establecimiento de la Escuela de Minas se perfiló, por lo tanto, la fisonomía laica que iba a adquirir el desarrollo científico de México cuando triunfó el movimiento liberal de la Reforma, de modo que durante los últimos años de la Colonia hubo un mayor adelanto en materia cultural, tecnológica y de educación científica. No obstante, existía un subdesarrollo general del avance científico, pues mientras que Europa se encontraba en plena revolución industrial, España se afianza al pasado, trayendo cómo consecuencia al atraso de la Nueva España. La inevitable decadencia de las nuevas instituciones coloniales de educación científica, que se vieron afectadas tanto en su organización administrativa como en el

nivel de las investigaciones que realizaban, esto último debido, en gran medida, al creciente aislamiento a que quedaron sometidas por causas políticas, lo cual provocaba que se recibiera poca información científica del exterior." (10)

Durante la primera década del siglo XVIII, la Nueva España quedó sumida en el atraso científico, y no fue sino hasta que Benito Jerónimo Feijoo inició la introducción de sus ideas, logrando así que la Nueva España saliera del letargo en donde se encontraba.

Junto con Feijoo, la obra de los modernos escritores europeos pertenecientes al movimiento cultural y científico conocido como ilustración, llegó a nuestro territorio a través de sus libros. Una de las figuras destacadas de la Ilustración, fué José Antonio Alzate, quien se preocupó por divulgar la ciencia, así como también de vincularla con la vida práctica.

Como consecuencia de la difusión y el fomento de la ciencia durante la época de la ilustración aumentó el interés por el estudio de las "cuestiones científicas".

En este sentido, se puede hablar de la iniciación en México de un movimiento científico que recibió su impulso de las ideas francesas de la Ilustración, pero que no por ello dejó de contribuir a la formación de la conciencia científica del país. (11)

De esta manera, "la difusión de las nuevas ideas y técnicas, la modernidad experimentada en el terreno pedagógico y académico y en general el nuevo espíritu crítico, son algunos de los factores

que entraron en juego para darles ese toque peculiar a la investigación científica y al desarrollo técnico de ese período".(12)

1.4 México independiente

Trabulsee (13) considera que en el lapso de 1521-1580 se dió la aclimatación de la ciencia europea en México. La influencia de Aristóteles, Ptolomeo y Galeno apoyada en la tecnología cristiana se hizo presente en estudios botánicos, zoológicos, geográficos, médicos, etnográficos y metalúrgicos. De 1580 a 1630 la situación varió levemente con la aparición de textos que incluían teorías astrológicas y alquimistas. Asimismo aparecieron obras apoyadas en las teorías mecanicistas que buscaban leyes que explicaran los fenómenos del mundo físico.

En el período de 1630-1680 creció el interés por los estudios matemáticos, astronómicos y astrológicos; tratados filosóficos, obras de alquimia, de física y psicología y tuvieron mayor difusión las teorías de Hermes, que dieron impulso definitivo a la ciencia mexicana. Inmediatamente después, entre 1680 y 1750, hubo un aumento sensible en el ritmo científico de la Nueva España. El mecanicismo empezó a tomar ventaja sobre las teorías de Hermes, y frente a una marcada decadencia de la tradición escolástica, pero se consolidó hasta el siguiente lapso que va de 1750 a 1810, época de gran auge científico en las áreas de la química, metalurgia,

geología, medicina, geografía, botánica y zoología. Adoptándose también las concepciones newtonianas.

Sin embargo, la violenta crisis de 1810-1821 frenó el ritmo de la labor científica, aunque no logró extinguirla. El periodo subsiguiente, de 1822-1850 la ciencia mexicana vivió el vigoroso empuje ilustrado.

Durante el periodo de 1823 a 1833, los liberales encabezados por José María Luis Mora, continúan el movimiento científico. Así, el pensamiento de Mora marca el inicio de una corriente llamada positivista, aunque a éste no se le puede adjudicar en un sentido estricto dicho calificativo. Durante éstos años a pesar de la inestabilidad política la producción científica no desapareció, pues se continuó trabajando en diferentes niveles de investigación, se hicieron estudios descriptivos de la realidad nacional y se crearon principalmente sociedades científicas que publicaron sus memorias.

A partir de 1850 el impulso positivista abrió a la ciencia mexicana una época de riqueza y productividad, la cual se ha mantenido hasta nuestros días con altibajos provocados por las crisis sociales y políticas, entre otras.

La característica de este tiempo fue el enfoque positivista, lo cual indudablemente dió un impulso a la enseñanza, al mismo tiempo que se establecieron en México las condiciones elementales para el cultivo de la ciencia moderna.

Es así como en cuarenta años, "los seguidores del positivismo en México lograron dar una vuelta de ciento ochenta grados y

regresar casi a la situación inicial, pero esta vez con la "ayuda" de las ideas científicas. Esto generó una violenta reacción contra el "partido científico" y de modo indirecto contra las propias ideas científicas, a pesar de que los herederos de la Reforma Liberal habían abandonado hacía tiempo los principios básicos del positivismo, reduciendo la enseñanza de las ideas científicas a un mero ejercicio formal". (14)

Ya en 1833 se había fundado la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, pero el último tercio del siglo vió aparecer muchas instituciones como el Observatorio Astronómico (1863), el Instituto de Geografía (1891), la Comisión de Parasitología Agrícola (1900) que propició investigaciones en biología aplicada y el Instituto de Bacteriología (1906). También, florecieron sociedades científicas como la de Química (1849), la de Historia Natural (1868) y la Sociedad Científica Antonio Alzate (1884), academias como la Nacional de Medicina (1873) y la de Ciencias Exactas (1890). (15)

1.5 Epoca contemporánea

La situación científica general en los decenios que precedieron a la Independencia tuvo su inicio con la introducción de las orientaciones científicas y tecnológicas de fuera. "Los administradores borbones españoles alentaron la instrucción científica y técnica, a la vez que los científicos europeos, llegados para investigar los fenómenos naturales del territorio,

despertaron el interés científico de algunos pobladores locales. En los últimos dos decenios del periodo colonial, con el apoyo de la corona hubo dedicación a la investigación científica-especialmente a la recopilación de datos sobre el medio ambiente-y a la difusión del conocimiento científico moderno en la sociedad". (16)

La segunda mitad del siglo XIX, contempló la expansión del comercio, de las comunicaciones, de los descubrimientos científicos y geográficos, de la tecnología, de la literatura y el arte. Pero también, inconteniblemente, de las desigualdades sociales, de los contrastes dolorosos entre ricos y pobres, entre dominantes y dominados, entre los imperios y sus colonias.

Los conocimientos que aportaban el quehacer científico se fueron abriendo paso en la conciencia de las élites dominantes. La literatura y la filosofía abrieron sus puertas a la ciencia y se pone de moda la corriente filosófica del positivismo.

Los industriales y el gobierno de cada país, atentos a los descubrimientos científicos que pudieran aprovechar, no dudaban en fomentar la libre actividad científica, realizada muchas veces en laboratorios casi artesanales.

Cuando el ritmo del desarrollo industrial se aceleró, la expansión de la economía se tradujo en la conquista de mercados internacionales; la posesión de materias primas se hizo vital para mantenerse en la cúspide del poder entre las naciones, el capitalismo entró de lleno en su fase imperialista y los científicos y laboratorios casi artesanales, al estilo de los

Curie, Pasteur y Cajal, pasaron a los grandes laboratorios industriales y universitarios perfectamente dotados y equipados. (17)

En nuestro país, para el año de 1900, "la ciencia, que había sido sin duda uno de los elementos integrantes del programa de la Reforma Liberal en México, estaba reducida a su enseñanza muerta y era empleada como un elemento mágico dentro de la política del llamado "partido científico". Y lo que es más, se había transformado en parte conformante de la concepción religiosa de una nueva organización eclesiástica que los positivistas "ortodoxos" pretendían neciamente formar". (18) Sin embargo, independientemente del escaso influjo que pudo tener este intento de volver a la Edad Media a través de un positivismo eclesiástico, lo cierto es que la ciencia positivista sirvió al régimen porfirista como arma en contra del pueblo y como instrumento para mantenerlo bajo la hegemonía de la burguesía nacional y extranjera. De este modo, al igual que la ciencia positivista había arrebatado el rayo de manos de la religión, asimismo la dictadura de Díaz que trataba de justificarse con el positivismo arrancó el orden del poder de la iglesia y lo utilizó como ingrediente de su propio poder. En cuanto al progreso, se afirma que únicamente podría lograrse dentro del orden establecido. Se le presentaba como una lenta evolución gradual, de la cual se excluía, de modo necesario, hasta la posibilidad más remota de una revolución". (19)

Durante la primera década del siglo XX se continúa con el movimiento científico mexicano, sus ideas se centran en la

renovación de ideas humanistas y sociales.

La influencia de la generación del Ateneo de la Juventud fue decisiva para el pensamiento científico de nuestro país, sus obras y actividades dieron resultados concretos, como la instalación de la Escuela de Altos Estudios fundada por Justo Sierra, que junto con otras formaron la nueva Universidad. Vasconcelos, (20) en su *Ulises Criollo* concluye: "no había ambiente para un trabajo sistemático de estadística, y menos pudo haberlo para un florecimiento intelectual que hubiese dado al Ateneo un papel en nuestra vida pública, tan necesitada de elevados incentivos".

De entre los logros conseguidos al fundarse la Escuela de Altos Estudios, se encuentra que se intentó "concentrar la enseñanza y la investigación científica en las áreas de las humanidades, las ciencias sociales y las naturales, con un especial impulso a la investigación filosófica, y si bien sus actividades tropezaron con la incomprensión política propia de una época en la que ya era inminente la caída del régimen porfirista amplió su importancia y amplió sus tareas". (21)

Pasada la Revolución Mexicana (1910-1918) "fueron integrándose los cuadros científicos aunque con grandes dificultades por falta de recursos y porque durante el porfiriato estuvo siempre presente el esquema social de una estrechísima capa culta, superpuesta a una masa analfabeta o que no tenía una escolarización mayor de cuatro años. A partir de 1929 el Estado fue ampliando la educación popular creando así lentamente, mejores condiciones para un verdadero desarrollo científico y tecnológico."

(22)

No obstante el inicio de la industrialización a fines del siglo XIX y comienzos del presente, la situación de la ciencia en América Latina no había logrado aún constituirse en una actividad bien establecida. Las causas fueron varias y complejas e impidieron el desarrollo acumulativo de una tradición científica, incluyendo el surgimiento de un medio ambiente favorable para el cultivo de la misma

Una de las causas fue la ausencia de una demanda social para la ciencia, por lo tanto, no hubo alicientes para que los más capaces asumieran empresas de carácter científico y tecnológico. Como consecuencia, se estableció una incapacidad para crear una base para los insumos científicos y tecnológicos. Por otra parte, la inestabilidad política y económica de los países latinoamericanos no permitió formar una identidad cultural que ayudara al desarrollo de la ciencia. Por otro lado, la difusión del conocimiento científico y tecnológico que se manifiesta en la adopción de innovaciones técnicas y formas más eficaces de producción y consumo, no se realiza a través de cursos formales impartidos en escuelas, centros de capacitación y universidades.

Aunque por una parte hemos advertido que en sus etapas iniciales la Revolución mostró un marcado sesgo anticientífico, también hay que considerar que rompió la dura estratificación social que venía desde la conquista y contribuyó así a crear condiciones favorables para la puesta en marcha de procesos masivos de urbanización, educación y capacitación formal e informal del

pueblo. (23)

Para comprender cómo se asumieron las nuevas tecnologías y cómo se modernizaron las instituciones en México, tenemos que remontarnos a las etapas de la Revolución que desarraigó de sus lugares de origen a millones de campesinos.

"El lema del porfiriato era 'orden y progreso'. El progreso se manifestó en las acciones bélicas de la Revolución que, gracias al ferrocarril tuvieron una movilidad táctica y estratégica desconocidas hasta entonces. Desde el punto de vista militar la Revolución Mexicana fue una acción sorprendentemente mecanizada que obligó a miles de hombres a familiarizarse con ferrocarriles, máusers, telégrafos, y numerosos productos y técnicas de la era industrial." (24)

Debido a la acelerada urbanización en México, a partir de la Revolución, se ha gestado un proceso educativo, político y social; cuando campesinos y ejidatarios abandonan el campo y vienen a la capital, sufren un cambio a medida que pasan de trabajos marginales a ocupaciones relativamente especializadas. En suma, "las causas del avance científico y tecnológico registrado en México durante lo que va del siglo son: los cambios sociales producidos por la Revolución Mexicana que rompió la rígida estructura de castas heredada de las épocas prehispánicas y colonial, las masivas migraciones del campo a las ciudades y a las nuevas zonas de riego; la creación de muchas nuevas universidades y de instituciones y centros de investigación; el paso de varios miles de mexicanos por universidades extranjeras y la llegada al país de miles de

inmigrantes altamente calificados que buscaban refugio de las persecuciones nazi y franquista. Todos estos sucesos contribuyeron poderosamente al desarrollo de una ciencia y una tecnología producidas en México, sin las cuales no podría explicarse la expansión y el auge que con altibajos mostró la economía mexicana hasta la crisis mundial de 1970." (25)

1.6 La comunicación en la ciencia.

Para conocer el desarrollo de las publicaciones científicas es necesario remontarnos al año de 1539, en el cual llega a la Nueva España Juan Pablos (Giovanni Paoli) trayendo consigo la imprenta.

Se cree que el primer libro impreso en América fue la obra Escala espiritual de San Juan Clímaco, traducida del latín al español por Fray Juan Estrada O.P. en 1539; en ese mismo año se publicó el primer impreso realizado en la Ciudad de México: La Breve y más compendiosa Doctrina Christiana en lengua mexicana y castellana.

En lo referente a los libros médicos y científicos mexicanos tenemos que en 1570 el impresor Pedro Ocharte (Ochart) publica Opera Medicinalia del doctor Francisco Bravo considerado como el primer libro de medicina impreso en América; la segunda obra de divulgación médica fue impresa por Pedro Balli en 1598: Dolores

oculorum de Fernando Rangel.

Entre 1570 y 1576 Antonio Ricardo (Riccardi o Ricciardi) imprimió los primeros libros americanos de cirugía: Summa y recopilación de chirugía (1578) de Alfonso López de Hinojosos, así como el Tractado breve de anathomia y chirugía (1579) de Agustín Farfán.

La escasez de publicaciones médicas en la Nueva España del siglo XVI se debe quizá a la tardía implantación de las cátedras de Medicina, sin embargo los médicos aumentaba en calidad y en cantidad en el siglo siguiente.

"Se comienza con la publicación del texto elaborado en el Hospital de la Santa Cruz de Huastepéc (Oaxtepec), por fray Francisco Ximénez O.P., con base en los apuntes del protomédico Francisco Hernández y en observaciones personales. A través del Tesoro de medicinas... redactado en el mismo hospital por el Venerable Gregorio López, de la Verdadera Medicina... de Juan de Barrios (1607) y del ensayo ecológico de Diego Cisneros sobre el valle de México (1618), se llega al tratado anatómico del doctor Diego Ossorio y Peralta, primer texto americano de anatomía." (26)

El quehacer intelectual que se registra en las publicaciones periódicas de carácter especializado es el que hace posible la generación de una elevada cantidad de artículos científicos. Estos documentos, eruditos por naturaleza, representan hoy en día uno de los principales canales formales de comunicación entre la comunidad científica mundial.

Licea (27) define al artículo científico como: la publicación

primaria que suele proporcionar la información suficiente, la cual permite a los colegas determinar observaciones, repetir experimentos y elevar el proceso intelectual.

El artículo científico, tal y como lo conocemos hoy en día, se comenzó a generar en 1665, "año en que nacieron tres revistas que todavía se publican: The Philosophical transactions of the Royal Society, la London gazette y Le journal des savants. Estas revistas científicas presentaban contribuciones originales sobre determinados descubrimientos, experimentos y observaciones, los componentes fundamentales eran los resúmenes o extractos de libros y nuevos informes.

Antes de que aparecieran las revistas, el principal medio de comunicación entre los científicos era la correspondencia personal. Los científicos escribían extensas cartas describiendo sus investigaciones y descubrimientos a otros científicos conocidos por trabajar en los mismos campos o en campos afines de la ciencia."

(28)

Como ya se mencionó anteriormente la vía que imperó en ese tiempo para conocer el quehacer de los hombres de ciencia fue la carta científica, ésta quizá debe de considerarse como uno de los antecedentes del artículo científico. De modo que el artículo científico generado por el hombre de ciencia, con las características que hoy tiene, fue producto de las necesidades de información y de protección de la propiedad intelectual que la comunidad científica experimentó con el paso de los años; esto es, con el avance de la ciencia se generó mayor información, lo que

trajo como consecuencia la búsqueda de nuevos y eficientes medios de comunicación escrita. El producto de este fenómeno social fue la aparición, desde hace más de un siglo, del artículo científico, lo cual transita actualmente en todas las esferas del conocimiento que el hombre ha creado a través del uso del método científico.

La ciencia sufrió en el siglo XVII "un proceso de divulgación sin precedentes, que se puso de manifiesto en la publicación de seminarios, gacetas, diarios y en general revistas y periódicos de divulgación científica y técnica. Aún los periódicos de carácter no científico destinaban alguna sección a informar a los lectores acerca de algunos de los descubrimientos recientes, glosando o extractando dichas noticias de obras especializadas. Estas obras de divulgación son con frecuencia textos de temática plural y heterogénea. En México la primera obra de éste género fue la Gaceta General, que data de 1666". (29)

Dentro de los antecedentes de la primera revista científica conviene destacar que algunos de los precursores más destacados de la documentación son españoles, como Hernando Colón y Nicolás Antonio. También podríamos añadir que el primer "servicio de documentación", tal y como hoy se concibe, se debe a Hernán Colón, en cuya biblioteca el Libro de los Epítomes constituye un auténtico repertorio de resúmenes. Es curioso comprobar, a éste respecto, que la moderna polémica sobre si los resúmenes pueden sustituir a la lectura del documento original, o bien servir como ayuda para decidir qué documentos han de leerse completos, tiene ya aquí un precedente e incluso una toma de posición correcta. (30)

En nuestro país el impulso que se dió a las ciencias durante los dos primeros siglos coloniales logra una brillante eclosión en el siglo XVIII. (31)

La aparición de las nuevas instituciones científicas laicas en el México del último tercio del siglo XVIII permitió que fuera recogida y aprovechada esa herencia científica criolla de los decenios anteriores, lo que favoreció además el surgimiento de una nueva y brillante comunidad científica, la perteneciente a los años del virreinato. (32)

Por lo que respecta al origen de la publicación científica en México, se sabe que con el Diario Literario de México (1768) de José Antonio Alzate se inicia en la Nueva España la prensa científica y literaria. En este material, de periodicidad semanal, se publicaron extractos de libros y periódicos importantes. Se promovió el desarrollo de ciertas actividades económicas de la época, se divulgaron técnicas y artes útiles, y se describió la geografía americana.

Otra publicación con rasgo científico-médico fue el Mercurio Volante de José Ignacio Bartolache, fundada en octubre de 1772. Este material llegó a incluir noticias importantes sobre varios asuntos de física y medicina, destinados a la defensa del método experimental y ajeno totalmente a las tareas literarias, se dejó de editar en febrero de 1773. (33)

Los contenidos informativos de los periódicos científicos de Alzate y de Bartolache son los que posiblemente dieron lugar al nacimiento de las publicaciones periódicas especializadas. (34)

De acuerdo con el punto de vista de varios autores, entre los que cabe mencionar a García y a Couture (35), el artículo científico se consideró como un documento primario.

Un conjunto de artículos científicos, previamente seleccionados, calificados y ordenados, forman un volumen de una revista especializada. Desde esta perspectiva, el artículo científico es la unidad documental primaria de toda publicación periódica científica la que a su vez también se estima como un soporte de información de primera mano.

El objetivo fundamental del artículo es transmitir la productividad científica generada por uno o varios investigadores, de manera corta y sintética, a través de una revista especializada, de gran prestigio y de absoluta seriedad científica, ésto es, de amplia circulación y generalmente de arbitraje internacional. (36)

Algunas revistas tienen como norma someter a los artículos a un consejo editorial, esto es a un arbitraje que examina la estructura temática y teórica del artículo que va a ser publicado.

Los llamados árbitros son científicos de reconocido prestigio a los que se les encarga la evaluación de artículos remitidos para su publicación. Se dice que "las revistas científicas publican los artículos con dos años de atraso". (37) Esto se debe al tiempo transcurrido desde el término de la investigación, la redacción del informe, el envío del artículo y el arbitraje.

Barahona (38) manifiesta que el objetivo del artículo científico es comunicar con claridad, concisión, tecnicismo y fidelidad los descubrimientos realizados en una investigación, no

como parte de una monografía, sino como un todo terminado y con una estructura interna.

En el ámbito científico existen varios tipos de publicaciones a través de los cuales la comunidad da a conocer los avances o productos de sus investigaciones. Estas pueden estar en borradores, publicaciones mimeografiadas, textos fotocopiados, libros y publicaciones periódicas.

Por lo que respecta a las funciones del documento primario, podemos mencionar las siguientes:

- a) Satisfacer la necesidad de fijar prioridades en los documentos científicos.
- b) Permite comunicar los nuevos enfoques o avances - sumamente significativos de la ciencia.
- c) Asegurar la difusión rápida y sistemática a los autores.
- d) Hace extensivos los estudios científicos.
- e) Permite desarrollar escritos sobre tópicos que difícilmente llenarían el espacio de una monografía.

REFERENCIAS

1. BRAVO UGARTE, J. La ciencia en México: algunos de sus aspectos sobre sus orígenes y desarrollo en el mundo. -- México : Jus, 1967. -- p. 5
2. PACHECO MENDEZ, T. "La institucionalización de la investigación científica" -- p. 45 -- Ciencia y Desarrollo. -- Vol. 79, No. 77 (1987)
3. GIRON HURTADO, E. "Pasado científico olvidado : historia secreta". -- p. 11-13. -- Información Científica y Tecnológica. -- Vol. 10, No. 142 (1988)
4. GORTARI, E. La ciencia en la historia de México. -- México : Fondo de Cultura Económica, 1963. -- p. 61
5. Ibid
6. BARQUIN C., M. Historia de la medicina ; su problemática actual. -- 5a ed. -- México : Francisco Méndez Oteo, 1980. -- p. 77-78
7. TRABULSE, E. Historia de la ciencia en México : estudio y textos : siglo XVI. -- México : CONACYT : -- Fondo de Cultura Económica, 1983. -- p. 70
8. SAGASTI, F. R. Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano ; ensayos. -- México : Fondo de Cultura Económica, 1981. -- p. 140
9. Ibid

10. (7) Op. cit. p. 170
11. (7) Op. cit. p. 70
12. (7) Op. cit. p. 74
13. (7) Op. cit. p. 26
14. (8) Op. cit. p. 147
15. ROJAS GARCIDUENAS, M. Introducción a la historia de la ciencia. -- México : AGT, < 19 -- >. -- p. 197-198
16. (8) Op. cit. p. 143
17. GARCIA FERNANDEZ, H. "La ciencia prisionera del siglo XX: debates". -- p. 11-14. -- Información Científica y Tecnológica. -- Vol. 10, No. 144 (1988)
18. (8) Op. cit. p. 147
19. (4) Op. cit. p. 307-8
20. MONSIVAIS, C. "Notas sobre la cultura mexicana en el siglo XX". -- p. 1393. -- Historia general de México : / coord. Daniel Cosío Villegas. -- México : El colegio de México : Harla, 1988. -- 2 v.
21. RODRIGUEZ SALA DE GOMEZ GIL, M. L. El Científico en México : su imagen entre los estudiantes de enseñanza media. -- México : UNAM, 1977. -- p. 69
22. (15) Op. cit. p. 197-199
23. Programa Nacional de Ciencia y Tecnología : 1978-1982. - México : CONACYT, 1980. -- p. 14
24. Ibid

25. Ibid
26. MICHELI, A. "Las publicaciones médicas en la Nueva España. -- 11 p. 48-49. -- Revista de la Facultad de Medicina. -- Vol. 33, No. 1 (1990)
27. LICEA DE ARENAS, J. Las publicaciones en la ciencia. -- México : Facultad de Filosofía y Letras, 1984. -- p. 18
28. SUBRAMANYAM, K. "La revista científica: estudio de las tendencias actuales y de las perspectivas futuras". -- p. 205. -- Boletín de la UNESCO para las Bibliotecas -- Vol. 29, No. 4 (1975)
29. (7) Op. cit. p. 73
30. PEREZ ALVAREZ-OSORIO, R. Introducción a la información y documentación científica. -- Madrid : Alhambra, 1988. -- p. 6
31. (7) Op. cit.
32. (7) Op. cit. p. 73
33. RUIZ, M.C. "El periodismo como apoyo a la literatura". -- p. 15-18. -- Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. -- No. 109 (1982)
34. LOMBARDO, I. "Las publicaciones especializadas del siglo XIX". -- p. 39-54. -- Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. -- No. 109 (1982)
35. MENESES TELLO, F. "El artículo científico". -- p. 29. -- Libros de México. -- No. 16 (1989)
36. Ibid. p. 31
37. CASANOVA DEL ANGEL, F., B.M. Parra Mosqueda. "La publi--

cación de los errores cometidos en el proceso de la investigación científica". -- p. 78. -- Ciencia y Desarrollo. -- No. 81 (1988)

38. (35) Op. cit. p. 31

2 LA INVESTIGACION BIOMEDICA EN MEXICO

2.1 Generalidades:

La medicina en la actividad humana aparece al mismo tiempo que las manifestaciones de malestar, incapacidad y en especial al tener la certidumbre y tránsito mortal, ya que las necesidades básicas de alimentación y reproducción han sido dominantes. La racionalidad del ser humano se llevaron "desde los albores mismos de su organización grupal más primitiva a procurar alivio para sus dolores, molestias, a curar sus heridas, luchar y dominar sus temores y angustias y a enfrentar, con esperanza, la experiencia última de la vida y la muerte." (1)

La curiosidad ha dado pie a que el ser humano esté siempre a la expectativa de las expresiones del curso del ciclo vital, y ante el asombro de las variantes del estado de salud y de las manifestaciones de la enfermedad, "la vivencia de cualquier padecimiento con sus acompañantes: dolor, fiebre, anorexia, hemorragia, tos, disnea, diarrea, vómito..., fueron y son experiencias de primer orden en la vida de todos los seres humanos." (2)

La enfermedad era considerada de origen sobrenatural, castigo divino y producto de una intención inescrutable; los médicos no se diferenciaron y compartieron funciones con los sacerdotes,

shamanes, adivinos y brujos, sin embargo, "los enfermos y responsables de su cuidado simultáneamente iniciaron la búsqueda de remedios para los males. La prueba y el error, el empirismo y la tradición sirvieron para que, desde los principios mismos de la civilización, se probaran todos los productos disponibles: raíces, frutos, flores, sustancias minerales, órganos, vísceras, líquidos animales, sólo o en combinación." (3)

La búsqueda de productos naturales con acción terapéutica fue un enfoque intuitivo, ya que, en el ambiente debían encontrarse los remedios para las enfermedades regionales, por lo tanto, las similitudes que existían entre nuestros ancestros con esta búsqueda, son en cierto modo equivalentes a las indagaciones que se llevan a cabo en los laboratorios.

En el siglo VI a.C. Pitágoras propone que el Cosmos de la vida es el resultado de la interacción entre los cuatro elementos: tierra (seca); aire (frío); fuego (caliente) y agua (húmedo). Como consecuencia, el cuerpo humano está gobernado por cuatro humores: la sangre (húmeda y fría) y la bilis negra (seca y fría). La reciprocidad entre los cuatro elementos condicionarían personalidad, capacidades y el estado de salud y enfermedad.

Esta posición pitagórica satisface y domina la medicina durante 24 siglos, ya que fue determinante para el manejo terapéutico; las purgas, enemas, sangrías, diuréticos, etc., fueron una consecuencia lógica del esquema fisiopatológico. Pero el abuso de éstas, en enfermedades como sarampión, diarreas, tuberculosis, o rabia, resultaron fatales. Entonces surge el naturalismo, la homeopatía y

las curaciones por la fe; manteniéndose ante los excesos irracionales del humoralismo.

Posteriormente aparece la astrología como una nueva línea explicatoria médica; se creía que la conjugación de varios astros podría explicar el inicio de la Muerte Negra en 1348, pues el 20 de marzo de 1345 a la una de la tarde, ocurrió la conjugación de Marte, Júpiter y Saturno bajo el signo de Acuario, atribuyéndosele como causa de la peste.

Superadas estas creencias, se retoma la experimentación y los hechos como la declinación de la fe, la caída de Constantinopla, la imprenta, los viajes, las traducciones de los clásicos, sus reacciones y manifestaciones.

La primera consecuencia de lo anterior "fue la práctica de las disecciones que describen, descubren y rectifican estructuras y conceptos que se consideraban inmutables desde Galeno. La experimentación fisiológica y la correlación anatomopatológica fueron consecuencia natural y esperada de las observaciones anatómicas" (4). El progreso tecnológico no se hizo esperar, aparecieron el microscopio, los fórceps (instrumento de dos ramas para la presión o compresión, pinzas).

Hasta mediados del siglo pasado, "no había paradigmas casuales ni modelo patológico general. Se discutía la generación espontánea, no se conocía la etiología microbiana ni las enfermedades por carencias nutricionales, ni la función de las glándulas de secreción interna. Las leyes de la herencia eran desconocidas y la cartografía cerebral no se vislumbraba después del desprestigio de

la frenología de Gall." (5)

La observación clínica, o sea la curiosidad por conocer los mecanismos patogénicos y la necesidad de aliviar el dolor o curar la enfermedad han sido determinantes para generar acciones médicas que han conseguido científicamente resolver numerosos problemas médicos.

La investigación clínica ha facilitado "conocer la historia natural de las enfermedades; diferenciar cuadros clínicos proclives a confusión, descubrir signos, síndromes y enfermedades nuevas; percibir asociaciones clínicas nocivas o benéficas que han beneficiado el manejo terapéutico; desarrollar métodos o sistemas de exploración más sensibles y reproducibles; a través del ensayo clínico controlado, obtener la prueba definitiva del valor terapéutico de medicamentos e intervenciones médicas." (6)

Anteriormente se entendía a la medicina como un todo: el arte y la ciencia de conocer, identificar, curar, aliviar o evitar las enfermedades y restaurar al máximo las capacidades biológicas, anímicas y sociales de los enfermos. Pero en 1947, la entonces naciente Organización Mundial de la Salud (OMS) difunde un nuevo concepto "en vez de orientar a la medicina hacia la enfermedad, se habrá de poner énfasis en la salud. Esta, a su vez no es sólo la ausencia de enfermedad sino que consiste en el equilibrio orgánico, psíquico y social del individuo. " (7)

2.2 Epoca prehispánica

En México la medicina ha tenido a través de su historia, tantas expresiones y variados contenidos de diversas herencias culturales de la mayor parte de los pueblos del Anáhuac. Se tenía una inclinación por la bótanica vinculada con la medicina, pero más que el conocimiento biológico en sí, les interesaba la aplicación farmacológica de las plantas.

El fructífero suelo y el clima semitropical favorecieron enormemente la aparición de una gran variedad de especies de flora. Entre las plantas de acción medicinal se encontraban la jalapa, el guayacán, la zarzaparilla, el ricino, la valeriana, el toloache, la papaya, el tamarindo, la árnica y el yalauxóchitl.

Los aztecas aprendieron a diferenciar enfermedades como la bronquitis de la tuberculosis pulmonar y el asma; el delirio, la locura y la epilepsia; la indigestión aguda y la dispepsia; las diarreas y las disenterías; el reumatismo y probablemente la gota. A las enfermedades infecciosas les dieron el nombre genérico de "calenturas"; también diferenciaron enfermedades de la piel como el cloasma, la sarna, la tiña y el mal del pinto; a los agentes exteriores como el frío, el viento y la humedad le atribuían los estados catarrales y el reumatismo, sin embargo tomaban en cuenta también el mes, las fases de la luna, la dirección e intensidad de los vientos, la temporada de lluvias, los eclipses, y en general, todos los fenómenos metereológicos, telúricos y cósmicos que pudiesen ocurrir para realizar sus curaciones. En caso de ocurrir

una epidemia aislaban a sus enfermos; y entre sus recursos terapéuticos estaban la sangría, masajes, baños termales, drogas, dietas de atole, fricciones, lavativas y purgantes.

En relación con la cirugía, supieron reducir luxaciones, sanar fracturas, inmovilizar miembros ajustando férulas y vendajes, abrir abscesos o flemones con sus bisturís de obsidiana para dar salida al pus; suturar heridas usando el cabello como hilo. En la obstetricia llevaron a cabo la vigilancia de la embarazada y cuando era necesario hacían el acomodo del producto.

Los nahuas poseían "un sentido de anatomía artística que aplicaron en sus obras de escultura que se observaban en los detalles precisos en los cráneos y en los huesos largos que tallaron y esculpieron en bajos relieves." (8). Les dieron "nombre a las principales articulaciones de los miembros y a los diferentes segmentos del cuerpo, y a algunos órganos y vísceras colocados profundamente, como la faringe, esófago, estómago, intestinos, peritoneo, bazo, tiroides, etc. Entre los líquidos y los humores que conocían se encontraban la bilis, la saliva, el sémen y la orina." (9). Entre sus medicamentos más usuales para curar las heridas infectadas estaban "ciertos emplastos hechos con tortilla de maíz afectados de fungosis, tópicos que aplicaban a la parte enferma cuando se iniciaba la proliferación de hongos microscópicos en dichas tortillas, aprovechando las propiedades curativas de los hongos.

En tortillas de maíz guardadas húmedas dentro de un trapo, se formaban manchas de hongos o una especie de lama, propiciada por la

humedad, el abrigo del aire y de la luz, que utilizaban para confeccionar emplastos que aplicaban sobre las infecciones superficiales de etiología piógena. En la actualidad se sabe que esos hongos de las tortillas de maíz producen antibióticos. " (10)

La religión y la hechicería contenían una fuerte influencia en las prácticas médicas y así, la enfermedad era castigo de los dioses, el "mal del ojo" era hecho por los hechiceros o bien, efecto de los cometas y eclipses. Contrariamente, había dioses que los protegían de tales maleficios: Tezcatlipoca castigaba con males cutáneos u oculares, Quetzalcóatl era invocado para el alivio del reumatismo y cura de la esterilidad; Xoalticitl protegía a los niños. En varias ocasiones para calmar la ira de éstos dioses, se practicaban sacrificios, ruegos, ofrendas, danzas y sahumerios en su honor.

2.3 Epoca colonial

Después de la conquista, los fundamentos de la práctica médica han variado a través de los años; al principio fue una profesión con raíces eminentemente mágico-religiosas. Posteriormente obtuvo sus bases de la experiencia empírica y socio-cultural, y es hasta el último siglo y medio cuando se le da un sólido apuntalamiento científico, ya que la investigación biomédica ha resuelto más problemas de salud en los últimos 150 años que en toda la historia de la humanidad.

En la Nueva España cayó una de las plagas más devastadoras que afligieron al México Colonial. Era llamada por varios nombres de origen azteca y atacaba únicamente a los indios; comenzaba con un intenso dolor de cabeza seguido por una creciente fiebre que parecía consumir los cuerpos de las víctimas. Por lo general, antes de que transcurriese una semana la muerte acababa con el paciente; tan intensamente se extendió la peste que se estimó en dos millones la cantidad de nativos que perecieron antes que la mitigara la temporada de lluvias del año siguiente.

Los esfuerzos sistemáticos para combatir la terrible plaga de 1576-1577 eran muchos e ineficaces, aunque seis años antes, Felipe II había procurado incrementar el conocimiento científico de la medicina y velar por la salud pública, sometiendo la práctica médica al control del Estado. En 1570 nombró médicos generales, emitiendo amplias instrucciones para reglamentar la profesión en el Nuevo Mundo; el jefe de estos hombres era el "protomédico", cuya principal obligación consistía en reunir todos los datos posibles sobre hierbas, árboles y plantas medicinales; debía recabar además detalles sobre el cultivo y utilización de esa flora y formar una colección de especímenes. El primer funcionario que nombró Felipe II para ese cargo fue uno de sus propios médicos el Dr. Francisco Hernández, originario de Toledo, que aún estaba en México en 1576, quien empleó seis años de su labor científica viajando continuamente y pasando grandes penalidades en su búsqueda de su material para hacer la historia natural del reino. En ese mismo año estaba completando 16 volúmenes de texto y dibujos sobre plantas,

animales y experimentos que había llevado a cabo en los hospitales locales para demostrar la eficacia de ciertas especies.

Al mismo tiempo, otros personajes estaban haciendo importantes aportaciones a la ciencia médica, como el padre Agustín Farfán un fraile agustino que fue profesor de medicina de la Universidad Real, quien se sintió impulsado por la peste que desoló al país al escribir su Tratado Breve de Medicina (1579). Este fue el primer trabajo de su género publicado por un autor mexicano.

Otro personaje fue el doctor Juan de la Fuente, quien durante la peor época de la plaga reunió a sus colegas en conferencia e hizo la autopsia a uno de los indios que había muerto a consecuencia del misterioso mal. Dos años más tarde fue el primero en impartir la cátedra de medicina que acababa de establecerse en la Universidad.

Hacia 1802 se crea lo que daría origen a la Academia Nacional de Medicina, la cual se desprendió de la Sección de la Comisión Científica Literaria y Artística de México, teniendo como objetivo primordial promover la investigación acerca de las características de la patología geográfica del país. Debido a los problemas que las epidemias ocasionaban, se envió a Ignacio Alvarado, profesor de fisiología al puerto de Veracruz con los entonces elevados viáticos anuales de cuatro mil doscientos pesos aportados por la Academia.

Se puede decir que la Academia Nacional de Medicina es la primera institución que en México y acaso en América Latina, que reconoció oficialmente que quien se dedica a un trabajo de investigación debe ser remunerado decorosamente para no dedicarse

a cualquier otra ocupación por lucrativa que sea.

Por otro lado, las epidemias que entonces azotaban al país obligaban a las autoridades a consultar a aquellos que en ese momento acopiaban el conocimiento médico. La Academia aprovechó la coyuntura y solicitó el reconocimiento oficial, pidió un local para sus sesiones y archivo, además de un subsidio de seis mil pesos, parte del cual dedicaría para premiar los mejores trabajos sobre problemas de salud, como "Desague del Valle de México" y la desecación de todas las lagunas que rodeaban a la Ciudad.

A finales del siglo XIX la Academia era, según expresa Fernández del Castillo (11) "un delicado receptor de toda vibración en el campo de la ciencia en México y transmitía el resultado de sus trabajos y discusiones lo mismo a las altas esferas gubernamentales como al último rincón de la República en donde hubiere un médico que deseara tener información acerca de los progresos de la medicina".

El punto más alto de la participación de la Academia en la Investigación aplicada se constituye con las discusiones con Miguel Alvarado y Carmona y Valle en torno del agente causal de la fiebre amarilla en que estaban involucrados investigadores de Brasil y el cubano Carlos J. Finlay.

Don Justo Sierra, Secretario de Instrucción Pública, en reconocimiento a tan meritoria actividad científica ofreció a la Academia premios con un valor de \$50 000 y \$20 000 para quien descubriera el agente del tifo; \$20 000 para quien hallara el modo de transmisión del agente causal y \$10 000 a quien ejecutara los

trabajos de investigación que ayudaran a resolver los problemas anteriores. Dichas cantidades eran premios que verdaderamente entusiasmaban al investigador más alejado del morbo del dinero. Estos premios se los disputaron no sólo académicos nacionales sino investigadores de talla internacional como Rickets, quien murió de tifo en México, al igual que Connefe al regresar a su país y Charles Nicolle quien después ganaría el Premio Nobel al descubrir que el piojo transmitía dicho padecimiento.

2.4 Epoca contemporánea

Se entiende por investigación biomédica los estudios de problemas biológicos que tienen aplicación médica. Cuando se revisa la historia de la investigación biomédica en México se encuentran dos hechos sorprendentes, en primer lugar ésta tiene poco tiempo de haberse iniciado, y en segundo lugar ha habido muy pocos médicos interesados en desarrollarla; puede decirse que la investigación biomédica se inició con Miguel Jiménez quien nació en 1813, su contribución consiste en haber indicado el procedimiento operatorio más eficaz para la evacuación del absceso de hígado, con una técnica que ha llegado a nuestros días; por lo tanto la investigación biomédica tiene poco menos que la vida del México Independiente.

La biomédicina incluye todas aquellas ramas de la biología relacionadas con la enfermedad. El concepto permite la inclusión de

casi toda la biología y otras ciencias como la física y la química. (12). La investigación biomédica genera nuevos conocimientos, que son la base de la medicina científica, y esto se refleja en la calidad de asistencia médica que reciben los enfermos (13), ya que ésta ha resuelto más problemas de salud en los últimos 150 años que en toda la historia de la humanidad; es aceptado el hecho de que todas las áreas, en general la biomédicina es la más prolífica en cuestiones de información y también la que más requiere un alto grado de actualización oportuna. (14)

La importancia de la información biomédica deriva de los siguientes factores:

- La divulgación de las actividades biomédicas en la sociedad moderna.
- El crecimiento de la información.
- La comunicación escrita como criterio de distinción personal.
- La multiplicidad de las actividades de investigación biomédica.

Velázquez (15) clasifica la investigación en salud como:

- Biomédica o básica
- Clínica
- Sociomédica o en Salud Pública.

Esta clasificación es, sin embargo, arbitraria ya que los tres niveles deben estar comunicados entre sí, porque si se aísla a alguno de los otros, se corre el riesgo de esterilizar los

esfuerzos e impedir que la sociedad llegue a beneficiarse de los resultados.

El objetivo principal de la investigación biomédica es la obtención de nuevos conocimientos sobre los factores biológicos que inciden en la salud y la enfermedad, además de que es investigación de laboratorio, la cual proporciona las bases para los avances médicos. La búsqueda de aplicaciones de estos conocimientos a la solución de problemas específicos de salud, es con frecuencia objeto de la investigación clínica y de la investigación sociomédica. En la primera, el sujeto de estudio es el paciente y se lleva a cabo generalmente en los hospitales; en la segunda se estudian problemas colectivos, además de investigaciones sobre los servicios de salud.

En medicina la investigación básica o biomédica está dirigida a conocer las causas y mecanismos de los fenómenos biológicos en condiciones de salud y enfermedad.

La investigación aplicada en medicina, tiene las finalidades de conseguir información y conocimientos útiles (aplicables), para conservar la salud y limitar las consecuencias biológicas y económicas de la enfermedad.

La investigación, bien sea básica o aplicada está motivada por el deseo o curiosidad de comprender los fenómenos de la naturaleza, por la posibilidad de hacer predicciones y lograr una generalización, es decir conseguir la unidad de la diversidad. (16)

Se sabe que en 1936 aparece la primera institución de investigación biomédica en México llamada Centro Dermatológico

"Ladislao de la Pascua".

En 1939, el Instituto Nacional de Investigación Científica, realizó un estudio "sobre el estado que guardaban las actividades científicas y tecnológicas en el país y formuló recomendaciones para mejorarlo" (17). Entre los resultados obtenidos destaca el marcado predominio de la investigación básica sobre la investigación aplicada, la cual sólo era de magnitud significativa en el área de las ciencias agropecuarias y biomédicas; además de que la participación del sector privado era limitada, con el 90% de la investigación financiada por el gobierno federal, el 4% por fuentes internacionales y 6% por el sector privado. (18)

Otro estudio de la misma indole fue el realizado en 1973 como parte de un programa combinado CONACYT-IMSS a nivel nacional, que incluía centros de salud, clínicas, hospitales, escuelas o facultades de medicina e instituciones de investigación, en donde se encuestaron 960 departamentos o laboratorios en los que se realizaba investigación biomédica. se localizaron 5 720 proyectos con la participación de 3 908 investigadores; arrojando los siguientes resultados:

Instituciones Asistenciales (IMSS, SSA, ISSSTE)	65%
Instituciones de investigación	20.6%
Institutos de educación superior	9.5%

Fuente: PEREZ TAMAYO, Ruy. Serendipia : ensayos sobre ciencia, medicina y otros sueños. -- México : siglo XXI, 1990. -- p. 200-1.

Finalmente, el 63% de los proyectos se localizaron en el D.F.

Respecto a la producción de artículos y libros "se publicaron 359 libros y 2 828 artículos originales, de los que 2 212 aparecieron en revistas nacionales y 617 en revistas extranjeras; otros trabajos fueron 316 artículos de divulgación y 4 917 ponencias en congresos, simposios y eventos científicos varios".
(19)

Las cifra muestran un nivel bajo de investigación biomédica en las instituciones de salud en nuestro país, en este periodo.

2.5 La investigación biomédica en la UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México tiene un papel muy importante en la investigación científica que se realiza en nuestro país, en lo referente a la investigación biomédica el esfuerzo de este organismo se ve acompañado junto con otras instituciones de

Educación Superior tales como el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el que se lleva a cabo en unidades del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la Secretaría de Salud (SSA).

Para resaltar la productividad en el área biomédica en la UNAM es necesario remitirnos a las siguientes fuentes:

MARTINEZ PALOMO Y ARECHIGA (20), realizaron en 1979 un estudio sobre la investigación biomédica en México, tomando el periodo de 1974-1977, en éste puede apreciarse que cuatro instituciones (UNAM, SSA, IMSS e IPN/CINVESTAV) contribuyeron con el 85% de la producción nacional de artículos biomédicos de calidad internacional, a la UNAM le correspondió el 19% de este total. Este análisis se realizó a nivel nacional, como se observa en el siguiente cuadro:

RELACION DE ARTICULOS BIOMEDICOS PRODUCIDOS EN LAS INSTITUCIONES
 NACIONALES Y PUBLICADOS EN REVISTAS INTERNACIONALES DURANTE EL
 PERIODO 1974/1977

INSTITUCION	ARTICULOS	PORCENTAJE
UNAM	117	19
SSA	146	24
IMSS	181	29
IPN/CINVESTAV	81	13
OTROS	95	15
TOTAL	620	100

Fuente: La investigación en salud : balance y transición / Juan
 Ramón de la Fuente, Jaime Martuscelli, Donato Alarcón.
 -- México : FCE, 1990. p. 18 -- (Biblioteca de la salud.
 Serie testimonios).

El programa Universitario de Investigación Clínica (PUIC) y
 la Coordinación de la Investigación Científica (CIC); en 1989
 realizan una recopilación de las publicaciones del área biomédica
 de investigadores mexicanos captadas por el banco de datos
 MEDLINE/INDEX MEDICUS, durante el periodo de 1984-1987. Unicamente
 se tomó en cuenta al Distrito Federal, los resultados pueden
 apreciarse en el siguiente cuadro.

RELACION DE LOS ARTICULOS BIOMEDICOS PRODUCIDOS EN INSTITUCIONES NACIONALES UBICADAS EN EL DISTRITO FEDERAL, SEGUN INFORMACION CAPTADA EN EL BANCO DE DATOS MEDLINE/INDEX MEDICUS ENTRE SEPTIEMBRE DE 1984 Y MARZO DE 1987

INSTITUCION	ARTICULOS	PORCENTAJE
UNAM	159	34
SSA	150	33
IMSS	71	15
IPN/CINVESTAV	61	13
OTROS	25	5
TOTAL	466	100

Fuente: Ibid p. 18

"Aún con las limitaciones de estos datos resulta claro que la UNAM contribuye en forma muy importante. Del total de artículos captados por MEDLINE/INDEX MEDICUS a nivel nacional (561 artículos), la UNAM contribuyó con 174 publicaciones (159 en el Distrito Federal y 15 en las dependencias de Morelos). Estas 174 publicaciones constituyen el 31% del total nacional. Si expreso los datos anteriores en otras palabras, pudiera decirse que en el periodo en 1974-1977 la UNAM contribuía aproximadamente con una de cada cinco publicaciones biomédicas mexicanas (19%), mientras que en el periodo 1984-1987 su participación es aproximadamente de una

por cada tres publicaciones (31%), de acuerdo con las fuentes citadas". (21)

La investigación biomédica dentro de la UNAM, se realiza en las siguientes dependencias:

1) FACULTADES

- a) Medicina
- b) Química
- c) Ciencias

2) SUBSISTEMA DE INVESTIGACION CIENTIFICA

- a) Instituto de Investigaciones Biomédicas
- b) Instituto de Biología
- c) Instituto de Fisiología Celular
- d) Instituto de Química
- e) Centro de Investigaciones sobre Fijación del Nitrógeno
- f) Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología

Para cubrir las necesidades de formación de investigadores en los años setenta se crearon los programas de:

- a) Proyecto de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica básica.

Este proyecto surgió como una alternativa a los programas existentes de licenciatura y posgrado en 1971 dentro de la UNAM, el proyecto depende de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades (UACPyP), fue creado debido a la inquietud de investigadores pertenecientes al Instituto de Investigaciones Biomédicas.

- b) Surge al mismo tiempo el programa de posgrado, con un

número menor de cursos para dar mayor dedicación a la investigación.

La licenciatura comenzó en el año de 1974 y el posgrado en 1977, los cuales siguen funcionando hasta la fecha (22).

"A partir de su creación, en 1974, el proyecto ha llegado a contar con cuatro sedes, dos institutos y dos centros de investigación, representa en este momento el 27% de los estudiantes de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado del CCH. Cuenta con un total de 125 alumnos en el posgrado y 38 en la licenciatura. En el posgrado, que tiene un total de 556 estudiantes para toda la unidad, dichos 125 alumnos representan cerca del 23% del alumnado". (23)

A continuación se muestra la distribución de los tutores en las diferentes sedes, para cada una de las áreas que se cultivan.

Instituto de Investigaciones

Biomédicas	Inmunología	14
	Biología del Desarrollo	7
	Biología Molecular	6
	Biomatemáticas	6
	TOTAL	33

Instituto de Fisiología

Celular	Bioquímica	15
	Neurociencias	12
	TOTAL	27

Centro de Fijación de

Nitrógeno	Genética molecular	7
	Ecología molecular	6
	Biología molecular de plantas	6
	TOTAL	19

Centro de Ingeniería

Genética y Biotecnología	Biología molecular	6
	Bioquímica	5
	TOTAL	11
	SUMA DE TOTALES	90

REFERENCIAS

1. KUMATE, J. "Actuar y decidir en medicina : VI. ciencia, medicina y hombre". -- p. 100. -- Gaceta Médica de México -- Vol. 123, No. 5-6 (1987)
2. Ibid.
3. Ibid. p. 101
4. Ibid. p. 102
5. Ibid.
6. Ibid.
7. Enciclopedia de México. -- 3a ed. -- México : Enciclopedia de México, 1978. -- p. 808-10 (T. 8)
8. BARQUIN C., M. Historia de la medicina : su problemática actual. -- 5a ed. -- México : Francisco Méndez Oteo, 1980. -- p. 79
9. Ibid. p. 80
10. Ibid. p. 79
11. WOOLRICH, J. "¿Debe y puede la Academia Nacional de Medicina ser promotora de la investigación y la enseñanza en México?". -- p. 287. -- Gaceta Médica de México. -- Vol. 19, No. 7 (1983)
12. PEREZ TAMAYO; R. Serendipia : ensayos sobre ciencia, medicina y otros sueños. -- México : Siglo XXI, 1980. -- p. 179
13. Ibid. p. 19
14. MACIAS CHAPULA; C. A. "Perspectivas de la información biomédica en México". -- p. 272. -- Salud Pública de

- México. -- Vol. 26, No. 3 (1984)
15. VELAZQUEZ, A. "Investigación en salud : cuatro perspectivas para impulsarla en México". -- p. 281-4. -- Revista de Investigación Clínica. -- Vol. 34, No. 4 (1982)
 16. KUMATE, J. "La Academia Nacional de Medicina en las actividades de investigación y enseñanza en el país : II. La investigación básica : requisitos y fundamentos". -- p. 275-6. -- Gaceta Médica de México. -- Vol. 119, No. 7 (1983)
 17. ONDARZA, R. N. "La investigación biomédica en México en los últimos años". -- p. 249. -- Gaceta Médica de México. -- Vol. 113, No. 5 (1977)
 18. Ibid. p. 249
 19. (12) Op. cit. p. 200-1
 20. MARTINEZ PALOMO, Aréchiga H. "La investigación biomédica en México". -- p. 65. -- Gaceta Médica de México. -- Vol. 115, No. 2 (1979)
 21. La investigación en salud : balance y transición / Juan Ramón de la Fuente, Jaime Martuscelli, Donato Alarcón. -- México : FCE, 1990. -- p. 19. -- (Biblioteca de la Salud. Serie testimonios)
 22. Ibid. p. 281-2
 23. Ibid. p. 284

3 LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA UNAM

A principios del siglo XVI se originó en México un ambiente cultural durante el cual se fundaron escuelas y colegios. La labor educativa en particular estaba dirigida por criollos y mestizos, estaba estrechamente ligada a las labores culturales y educativas.

Es así que en este contexto surge la Real y Pontificia Universidad y es Fray Juan de Zumárraga quien inicia las gestiones en el año de 1537 para su creación, sin embargo, es hasta el 21 de septiembre de 1551 que dicho proyecto se culmina. Durante el periodo colonial, el desarrollo de las ciencias estaba ligado con el pensamiento escolástico. Más tarde, se veía la ya decadente filosofía escolástica, gestándose la independencia de la Colonia. La Universidad acogió a intelectuales como: Francisco Cervantes de Salazar, Alonso de la Veracruz, Pedro de la Peña, Bartolomé de Melgarejo, Blas de Bustamante, entre otros.

En la época independiente, la Universidad sufrió una cadena de clausuras y reaperturas, pues esta época marca el inicio de la lucha por el poder entre liberales y conservadores.

El siguiente cuadro presenta las sucesivas clausuras y reaperturas de la Universidad de México de 1833 a 1865:

- a) La Universidad de México es suprimida por Gómez Farías, el 10. de octubre de 1833.
 - b) Santa Anna restablece la Universidad el 31 de julio de 1834.
 - c) La Universidad la vuelve a cerrar el presidente Comonfort el 14 de septiembre de 1857.
 - d) El 5 de marzo de 1858, bajo el gobierno de Zuloaga, es abierta nuevamente.
 - e) Benito Juárez declara su fin el 23 de enero de 1861.
 - f) Se intenta habilitarla otra vez durante la llamada "Regencia del Imperio". Más tarde se produce la ocupación francesa y se decreta su clausura definitiva por Maximiliano de Habsburgo el 30 de noviembre de 1865.
-

Si bien la Universidad Nacional de México fue establecida en 1910 "sobre bases totalmente distintas a las que tuvo la Real y Pontificia Universidad y en cierto sentido, su inauguración representó un preludio cultural del movimiento revolucionario, la actividad científica no sólo se interrumpió sino que, cuando se volvió a iniciar después tomó causas que eran nuevos para México."

(1)

En la historia del desarrollo científico en México, el año de 1929 marca un momento decisivo puesto que la Universidad Nacional

obtiene su autonomía, es decir, el reconocimiento a la capacidad de los universitarios para establecer con absoluta libertad la estructura y los mecanismos de la institución. Con este fundamento jurídico, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) adquiere las condiciones necesarias para incorporarse a la corriente de transformación académica realizada en otras universidades del mundo y con ello se sentaron las bases para convertirse en una Universidad moderna y además definió sus funciones principales: docencia, investigación y difusión de la cultura.

Al conseguir su autonomía, plasmada en su Ley Orgánica, la UNAM comienza sus labores institucionales de investigación. En 1929 se incorporan a la UNAM los primeros institutos de investigación científica: el Observatorio Astronómico Nacional, el cual posteriormente cambia su nombre por el de Instituto de Astronomía; la Dirección de Estudios Biológicos, que se convierte en el Instituto de Biología y el Departamento de Exploraciones y Estudio Geológicos, que se llamó más tarde Instituto de Geología.

El inicio de la investigación científica universitaria fue difícil, sobre todo porque aunque los tres institutos disponían de buenas instalaciones para su época, carecían de recursos humanos y el presupuesto universitario era muy limitado.

Los primeros institutos tienen sus antecedentes en diferentes momentos del siglo pasado, sin embargo, sólo a fines de los años veinte se integran como institutos de investigación.

Con el apoyo político que se da durante este periodo a la

enseñanza de la ciencia, también se dan los primeros intentos de fundar instituciones de investigación, pero desafortunadamente no existía un mecanismo adecuado para formar investigadores de alto nivel, lo cual impidió en gran medida su florecimiento.

Con el objeto de planear, fomentar e impulsar la investigación científica, se crea en 1945 el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC). Simultáneamente a éste, se crea la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) como órgano encargado de ejecutar las decisiones académicas del Consejo y como medio para apoyar, coordinar e impulsar las labores de Institutos y Centros. La Coordinación tiene también entre sus funciones la de servir de enlace con instituciones, centros y las demás dependencias universitarias, así como con personas e instituciones extrauniversitarias. En la década de los cuarentas "uno de los más relevantes logros de la época fue el establecimiento de los primeros cursos de posgrado, sin embargo la mayoría de los institutos ocupaban instalaciones inadecuadas y padecían serias limitaciones de recursos humanos y materiales. Por otra parte, al estar dispersos por la ciudad, la comunicación era insuficiente; la mutua ayuda y el intercambio difíciles; y la coordinación casi imposibles." (2)

Además, durante este periodo la Universidad pudo cimentar sus avances futuros al fortalecer la estructura institucional, esto se logró al establecer los órganos de coordinación y al incremento significativo de investigadores y presupuestos.

La construcción de la Ciudad Universitaria significó un gran

paso porque los institutos no sólo obtuvieron instalaciones idóneas, sino se les facilitó la comunicación y la coordinación entre ellos.

En el año de 1954 se dan los nombramientos del personal académico de tiempo completo y con ello las labores de investigación comensaron a ejercerse como una profesión.

Durante la década de los sesenta los incrementos en las inversiones monetarias para equipos y en los gastos de operación ampliaron las posibilidades de realizar mayores investigaciones. En 1966 el Programa de Formación de Profesores e Investigadores, encaminan sus pasos a la trascendental tarea de integrar los cuadros humanos. Además, en este periodo comienza a consolidarse la labor realizada por los institutos, motivo por el cual no se crea ninguna dependencia dentro del subsistema.

A partir de 1973 se ha dado mayor impulso a las tareas de investigación, como el propósito fundamental de participar como:

- 1) Fuente permanente de conocimientos,
- 2) Puntal de la actividad docente, particularmente de posgrado,
- 3) Un vehículo de la proyección social de la Universidad al contribuir a la solución de los problemas que afectan a los diversos sectores públicos y privados de nuestro país.

En la década de los setenta, se presenta una gran demanda de educación superior y un marcado crecimiento de las tareas de investigación, por lo que se emprendieron medidas de expansión y de centralización de las instituciones universitarias. A fines de 1970 se establece el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

y el uso, explotación de patentes y marcas que sienta las bases para negociar la tecnología extranjera.

En la UNAM, el desarrollo, de la ciencia ha evolucionado institucionalmente de acuerdo con la situación cambiante del país, de la propia Universidad y de sus actividades en diferentes dependencias y grupos académicos. Esto ha favorecido la movilidad académica y evitado el estancamiento, tanto en el campo de la investigación como en la vida universitaria.

En 1977 el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) planteó los lineamientos generales de la política de desarrollo destacando la consolidación de la infraestructura para la investigación, la definición de los mecanismos, la formulación de planes de desarrollo, la diferenciación académica, la vinculación de la investigación con la docencia y los problemas nacionales, el apoyo interdisciplinario y la descentralización de la investigación científica. (3)

En la UNAM trabaja aproximadamente la cuarta parte de los 9 000 científicos del país. Durante el periodo de 1973 a 1979 se publicarán 5 612 trabajos -617 en 1973 y cerca de 1 000 en 1979- los que forman una parte significativa de la producción científica en México. (4)

En estudios realizados (5) respecto al apoyo que reciben en la investigación dentro de la UNAM muestra que entre el 60 y 90% de las actividades científicas en el país en las diferentes áreas se llevan a cabo en ella. La investigación científica es una actividad de alto costo (6), que aun cuando en los países en vías de

desarrollo operan bajo un régimen de carencias, la UNAM ha dado prioridad a esta actividad, reflejándose en un continuo impulso presupuestal. A partir de 1960 fue posible dedicar a la investigación científica el 10 del presupuesto de la investigación y en 1981 esta producción se pudo incrementar hasta en 17% aumentando considerablemente en los años siguientes, como puede apreciarse en el cuadro.

PRESUPUESTO UNAM

AÑO	PRESUPUESTO TOTAL	INVESTIGACION CIENTIFICA
1960+	124 550 387 98	845 332 00
1961+	146 650 287 98	1 224 249 68*
1962'	178 641 357 86	747 836 00
1963'		
1964	234 298 553 76	1 425 564 00
1965	311 510 909 00	38 603 004 00
1966	385 885 831 00	42 957 470 00
1967	401 714 138 16	44 964 202 00
1968	505 175 209 91	56 001 457 00
1969	608 074 841 04	73 641 937 00
1970	666 775 024 35	76 835 975 00
1971	792 935 491 00	77 012 915 00
1972	1 071 260 812 00	112 477 288 00
1973	1 486 109 577 00	129 452 047 00
1974	1 920 913 853 00	178 024 398 00
1975	2 735 270 036 00	237 659 222 00
1976	3 779 116 805 00	337 597 761 00
1977	5 834 500 606 00	615 885 725 00
1978	7 850 900 000 00	826 501 442 00
1979	9 558 844 000 00	1 003 987 789 00
1980	11 366 000 000 00	1 161 373 639 00
1981	17 395 500 000 00	1 762 574 985 00
1982	26 800 000 000 00	4 636 625 761 00
1983	41 936 000 000 00	7 136 742 200 00
1984	58 387 000 000 00	10 536 679 565 00
1985	89 773 000 000 00	15 328 304 070 00
1986	131 150 061 549 00	22 578 538 181 00
1987	284 859 790 000 00	64 689 000 000 00
1988	815 998 665 000 00	178 461 600 000 00
1989	997 631 000 000 00	218 281 700 000 00
1990	1 248 521 400 000 00	278 632 400 000 00
1991	1 639 539 347 000 00	365 528 000 000 00
1992@	2 015 885 500 00	500 020 000 00
1993@	2 474 746 080 00	626 130 964 00
1994@	3 068 921 219 000 00	747 561 257 00
1995	3 932 438 000 000 00	1 065 690 698 00

Fuente: UNAM. Presupuesto por programas. 1966-1991

* Presupuesto modificado

+ Abarca los dos años (1960-1961)

' Abarca los dos años (1962-1963)

@ Presupuesto UNAM. 1992 p. 11

@ Presupuesto UNAM. 1993 p. 11

@ Presupuesto UNAM. 1994 p. 15

| El Consejo Universitario aprobó el presupuesto para este año.

Gaceta UNAM. 1995. Mayo 2, No. 2,919 p. 3

Aunque las cifras anteriores muestran un incremento significativo a partir de los setenta, existe una disminución considerable, pues hay que tomar en cuenta los factores de la inflación, combinada con la devaluación, los cuales hacen que dicho aumento no sea tan palpable.

REFERENCIAS

1. BRAVO UGARTE, J. La ciencia en México : algunos de sus aspectos con una introducción sobre sus orígenes y desarrollo en el mundo. -- México, Jus, 1967. -- p. 104-5
2. La investigación científica de la UNAM : 1929-1979. -- México : UNAM, 1987. -- p. 22
3. AYALA CASTAÑARES, A., Mendoza de Flores Rebeca, Nieto Ramírez. José A., Ortega Sepúlveda Diana Cecilia. "Estructura y evolución de la investigación científica". -- p. 40. -- Ciencia y Desarrollo. -- No. 34 (1980)
4. Ibid.
5. VILLA SOTO, J.C., FLORES, Javier, López Torres, R. "Gasto y políticas de investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México". -- p. 93. -- Ciencia y Desarrollo. -- No. 80 (1988)
6. (3) Op cit. p. 43

4 EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS

El Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos se creó en 1940 gracias a la iniciativa y relaciones internacionales de algunos científicos de la emigración española, causada por la guerra civil desencadenada por Franco, Hitler y Mussolini.

Como consecuencia en 1938 llegaron a México el Dr. Isaac Costero y el Dr. Gonzalo R. Lafora miembros del grupo de investigadores de Don Pío del Río-Hortega y del Instituto Cajal de Madrid, respectivamente. También llegó el Dr. Dionisio Nieto Gómez del Instituto Cajal de Madrid. (1)

Ante la posible llegada del Dr. Don Pío del Río-Hortega, se plantea la creación de un laboratorio de investigación parecido al Instituto Cajal de Madrid, al cual en un principio se había llamado también Laboratorio de Investigaciones Biológicas.

Algunos miembros de la emigración tenían relaciones con la Fundación Rockefeller, por lo que se emprendieron las gestiones necesarias para obtener un donativo. En esta causa apoyaron fuertemente personajes como Alfonso Reyes, Manuel Martínez Báez, Ignacio Chávez, Francisco de Paula Miranda, Ignacio González Guzmán y Tomás Perrín, entre otros. A fines de 1939 la Fundación concedió el donativo de \$250,000.00 dólares y se contó también con el auspicio de la UNAM.

Ya con el dinero asegurado se procedió a buscar el local adecuado; por varias sugerencias se aceptó la reconstrucción de un

piso de la antigua Escuela de Odontología, junto a la Escuela de Medicina de Santo Domingo.

Las obras de adaptación finalizaron en 1940. En 1941 se puso en marcha sin ceremonias y sin formalidades reglamentarias administrativas, bajo la dirección del Dr. Ignacio González Guzmán.

(2)

En marzo de 1942 aparece el primer número del "Boletín del Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos", con el fin de dar a conocer en forma de notas breves, los resultados de sus investigaciones. Al principio se publicó mensualmente y sólo incluía los trabajos realizados en el Laboratorio. (3)

A partir de 1945 en el volumen 3, número 1, de acuerdo con la nueva organización de la Universidad Nacional de México, el Boletín cambia de nombre a "Boletín del Instituto de Estudios Médicos y Biológicos" . (4)

Como el donativo proporcionado por la Fundación Rockefeller estaba destinado a la adaptación del local y compra de equipo y mobiliario, la Universidad se haría cargo del pago de sueldos, así como de los gastos de mantenimiento consiguientes. Pero la Universidad carecía de recursos y entonces la llamada "Casa de España" ahora conocida como el Colegio de México, se encargó de pagar por un tiempo limitado a los investigadores.

Inicialmente el Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos no tenía una división departamental específica, sin embargo, los investigadores ocupaban las áreas de trabajo más adecuadas para sus actividades; así había cuatro secciones, la de

Citología con el Dr. Ignacio González Guzmán; la de Patología con los Dres. Clemente Villaseñor y José Vargas de la Cruz; la de Fisiología con el Dr. Jaime Pi-Suñer; y la de Neuroanatomía con el Dr. Dionisio Nieto Gómez. Además se realizaban trabajos sobre hematología, histología normal y patológica, farmacología y oftalmología experimental. (5)

Posteriormente con el Dr. Isaac Costero que trabajaba en anatomía patológica, se agregaron gentes como Gabriel Alvarez Fuentes, Ruy Pérez Tamayo, Rosario Barroso, y Franz Lichtemberg, los cuales por ese entonces eran estudiantes.

Cuando el Dr. Efrén del Pozo fue designado Director de la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y al mismo tiempo se convertía en el jefe de Fisiología del Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos, se generaron diversas ramas de la investigación fisiológica con Raúl Hernández Peón, Carlos Guzmán, Carlos Beyer, Guillermo Anguiano, Augusto Fernández Guardiola, Fernando Antón-Tay; posteriormente ingresaron Flavio Mena, Manuel Salas, Manuel Alcaraz y Pablo Pacheco. (6)

Una vez que la Universidad fue favorecida con un aumento de presupuesto y que el Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos dispuso de otro, la posibilidad de un cambio de local estaba aumentando; las opciones eran dos, una era que "el Laboratorio promovido ya por las autoridades universitarias a la categoría de Instituto, se instalara en espacios bastante amplios y bien acondicionados del bloque de la Facultad de Ciencias, o bien que tuviera su propio edificio" (7)

Desde su fundación en 1942 hasta agosto de 1965 fungió como Director del Instituto, el Dr. Ignacio González Guzmán. Durante su gestión, en 1949 el Laboratorio es ascendido a Instituto en la celebración del Cuatricentenario de la Universidad, quedando como Instituto de Estudios Médicos y Biológicos. (8)

También comenzaron las preparaciones de la construcción de un local propio; en 1954 las instalaciones quedaron listas y el Instituto es reubicado en Ciudad Universitaria con mayor espacio y mejor equipo.

Para ese entonces la Universidad había creado las plazas de investigadores de tiempo completo, así como las comisiones dictaminadoras para la elección de los mismos. La primera generación de investigadores de tiempo completo estuvo integrada por Alfonso Escobar, Carlos Guzmán, Jorge González Ramírez, José Negrete Martínez, Guillermo Anguiano y Augusto Fernández Guardiola.

Siendo Rector el Dr. Ignacio Chávez en 1965, el Dr. Ignacio González Guzmán es nombrado Director de la Coordinación de Ciencias, quedando el Instituto de Estudios Médicos y Biológicos sin dirección por un pequeño lapso. Las autoridades designaron al Dr. Guillermo Soberón como Director del Instituto, el cual ya había sido miembro del mismo. Durante su gestión surgieron otras áreas de investigación tales como las de bioquímica, biología molecular e inmunología.

Con esta nueva estructura el Instituto es nuevamente puesto a consideración para un cambio de nombre, en 1967 de acuerdo con el

Consejo Universitario en una sesión extraordinaria del 15 de diciembre, se aprobaron las modificaciones al estatuto de la Universidad Nacional Autónoma de México en el artículo 9o., Fracciones VIII, XII, XIII, XV, XVI; quedando como Instituto de Investigaciones Biomédicas, nombre que hasta la fecha conserva. (9)

Sin embargo, este cambio de nombre también se debió a la necesidad de uniformar la designación de las dependencias de la UNAM dedicadas a la investigación, además de que el nombre anterior ya no era el adecuado por el tipo de investigación que se había venido desarrollando.

También en 1967, cambia nuevamente el nombre de "Boletín del Instituto de Estudios Médicos y Biológicos" al de "Boletín de Estudios Médicos y Biológicos", nombre con el que aún se sigue publicando. Este cambio se debió al propósito de "ampliar el ámbito de nuestra revista ofreciendo sus páginas a colaboraciones de fuera del Instituto que seguirá auspiciando su publicación" (10) El cuerpo editorial del Boletín se conformó por investigadores en diversos campos de la biología experimental pertenecientes a otras instituciones.

Bajo esta dirección se mantuvo la estructura departamental en los departamentos de Fisiología, Neurobiología -llamado anteriormente Neuroanatomía y Neuropatología-, Biología Celular llamado anteriormente Citología y Hematología-, y el de Biología Molecular, el cual inicia sus actividades el 13 de agosto de 1967 con dos grupos, uno bajo la dirección del Dr. Jaime Mora y el otro dirigido por el Dr. Guillermo Soberón. Para la ubicación de este

nuevo departamento, se necesitó de una ampliación, destinándosele una superficie aproximada de 800 m² y con una capacidad de ocho laboratorios, cocina de esterilización cuarto de instrumentación, cuarto de centrifugación, dos cuartos de temperatura constante, cuarto para medir radioactividad, y cuarto de cromatografía. En esta reestructuración del edificio, se incluyeron los laboratorios de Biofísica del departamento de Fisiología y el laboratorio de Virología del departamento de Biología Molecular, además de los servicios generales del Instituto. (11)

Se crea también el departamento de Patología experimental bajo la dirección del Dr. Ruy Pérez Tamayo, en él se inician investigaciones en inmunopatología; como colaboradores estaban los Dres. Iragard Montfort, Carlos Larralde, Antonio Velázquez Arellano y Kaethe Kretshmer. Posteriormente se fusionan los departamentos de Patología Experimental y el de Biología Celular quedando bajo el nombre de Biología Celular y como jefe del departamento el Dr. Ruy Pérez Tamayo. (12)

Las causas que motivaron esta unificación fueron que tanto en los temas como la metodología usada son afines y comunes, por lo tanto ambos departamentos pueden entender, discutir y participar favoreciendo el desarrollo académico. (13).

Todos estos cambios y creación de nuevos departamentos estaban contemplados en un plan de desarrollo del Instituto elaborado en 1966 y aprobado por el Consejo de Ciencias de la Universidad, los puntos más importantes eran:

- a) El mejoramiento de las condiciones de trabajo a

grupos que han tenido un mayor desempeño.

b) Retroalimentación con otros grupos implícitos en la investigación biomédica.

Además se tenía presente propiciar los programas de trabajo ya existentes en neurofisiología, neuroendocrinología y neuropatología; así como la creación de nuevos grupos dedicados a la neuroquímica, neuropsicofarmacología, neuroanatomía y psicología experimental.

Se consideró también que los trabajos del departamento de Biología Celular relacionados con la citología debían ser continuos y complementarios con el recién formado departamento de Biología Molecular, y que cuando se hubiera desarrollado plenamente, se diera énfasis a la genética molecular.

En este mismo plan se incluía a la biofísica (que ya se trabajaba en el Instituto), la virología, la citogenética y las biomatemáticas, como áreas cuyas actividades habrían de iniciarse lo más pronto posible. (14)

Para 1968 se hace una amplificación de éste Plan de Desarrollo. Con la aprobación del Rector, el Consejo Técnico de Ciencias y la Comisión Técnica de Planeación Universitaria. Dicho plan contemplaba los mismos puntos del anterior, pero agregándose otro más:

1. Definición de los objetivos que persigue el Instituto de Investigaciones Biomédicas.

a) Realizar investigación científica sobre problemas biomédicos fundamentales.

b) Formación de profesores e investigadores mediante la impartición de enseñanza sistematizada.

c) Relacionarse con otras dependencias dentro y fuera de la Universidad con el fin de evitar duplicidad en los trabajos de investigación.

d) Participación en los esfuerzos relacionados al desarrollo y crecimiento del país.

2. Previsión de estructura.

Se planeó desarrollar una estructura de biología fundamental representada por la Biología Molecular, Biología Celular y Neurobiología. Para Biología Molecular se iniciaron investigaciones en estructura y función de macromoléculas, genética molecular, genética de fagos, genética de hongos, biología del desarrollo a nivel molecular y mecanismos regulativos en animales superiores. Respecto a la Biología Celular se iniciaron investigaciones en citogenética, virología, hematología, patología experimental, inmunología, inmunopatología y biología del desarrollo a nivel celular. Finalmente, en la neurología se desarrolló la biofísica, neurofisiología, psicofisiología, neuroendocrinología, neuroanatomía, neuropatología, y neuroquímica. Cabe señalar que estos objetivos estuvieron vigentes hasta 1981. (15)

De marzo de 1971 a abril de 1976 es designado Director del Instituto el Dr. Jaime Mora; durante su gestión se estructuraron

varios programas docentes: la licenciatura, maestría y doctorado en investigación biomédica básica, dependiente de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado (UACPYP) del Colegio de Ciencias y Humanidades (creada en 1971).

En este proyecto docente participaron la mayoría de los investigadores de los departamentos de Biología Molecular, Biología del Desarrollo, Biotecnología, Inmunología y Biofísica y Biomatemáticas.

En septiembre de 1973 se aprobó el proyecto por el H. Consejo Universitario. Y en enero de 1974 se inicia el programa de licenciatura y maestría con cuatro alumnos; las actividades docentes estaban apoyadas por investigadores del Instituto, pero también se tuvo la participación de otras instituciones como el Instituto Nacional de la Nutrición, CINVESTAV y el Centro de Fisiología Celular de la UNAM, entre otros. (16)

En 1974 se crea el Centro de Primates de San Andrés Totoltepec en México, D.F., para llevar a cabo estudios sobre la conducta social, sexual, agresiva, maternal, etc., además de las bases fisiológicas y ontogénicas en grupos de primates en cautiverio. (17)

Otro aspecto importante de este periodo fue la creación del departamento de Biología del Desarrollo, éste quedó instalado en la planta baja del edificio B del Instituto; se integró con seis laboratorios, cinco cubículos, salón de seminarios, un cuarto frío, etc. Entre sus líneas de investigación están "el estudio de los mecanismos de diferenciación biológica que acontecen en los

diversos niveles de organización, como el evolutivo (la filogenia), el desarrollo de individuos pluricelulares (la ontogenia), la especialización o diferenciación celular (diferenciación sexual de gónadas de vertebrados), la interacción celular (mecanismos de acción de hormonas), la organización y función del genoma de eucariotes, la regulación de la biosíntesis de macromoléculas y mecanismos de autorrestricción o de envejecimiento biológico" (18)

De marzo de 1976 a enero de 1981 el Dr. Jaime Martuscelli sustituye al Dr. Mora bajo su dirección se dio un apoyo importante a los Proyectos Académicos del CCH. También se desarrolla el departamento de Biotecnología con dos secciones, la de Bioingeniería y la de Biomedicina; la primera que actualmente es el departamento de Biotecnología- se desarrollan proyectos en ingeniería enzimática, fermentación, regulación metabólica, uso de desechos orgánicos y aplicación de la ingeniería genética en la industria quimicofarmacéutica y alimentaria. (19)

Por otra parte, la sección de biomedicina estuvo integrada hasta abril de 1980 por virólogos, inmunólogos, y genetistas bacterianos; esta sección actualmente es el departamento de Inmunología. Como líneas de investigación contempla los fenómenos inmunológicos como reguladores de la relación biológica entre especies animales, células y moléculas. Debido a la vinculación entre la inmunología con la medicina, el departamento tiene un matiz médico en la mayor parte de sus proyectos, así estudios sobre enfermedades como la cisticercosis, tuberculosis, amibiasis, mielomas y sida, son comunes.

Como resultado del rápido crecimiento, diversificación e incorporación de nuevos grupos al departamento de Biología Molecular, se impulsó la creación del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, en Cuernavaca, Morelos. (20)

De febrero de 1981 a febrero de 1987 en gestión de la Directora Kaethe Willims, se estableció el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología -ahora Instituto de Biotecnología- con personal de los departamentos de Biología Molecular, Biología del Desarrollo y Biotecnología. La aprobación de este Centro estuvo a cargo del Consejo Interno del Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Consejo Técnico de la Coordinación de la Investigación Científica y el Rector Octavio Rivero Serrano.

Por otra parte, a través del Programa Universitario de Investigación Clínica (PUIC), se constituyeron unidades periféricas en las que se desarrolló investigación orientada hacia la detección y tratamiento de entidades nosológicas específicas. (21)

Una de ellas es la Unidad de Genética de la Nutrición ubicada en las instalaciones del Instituto Nacional de Pediatría de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, a cargo del Dr. Antonio Velázquez Arellano. Las investigaciones se enfocan al diagnóstico, tratamiento y asesoría genética de pacientes con errores innatos del metabolismo.

Otra de las unidades se instaló en la Unidad de Investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) también de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, ésta bajo la dirección del Dr. Lino Díaz de León Hernández, la línea de

investigación es el estudio y detección de modelos terapéuticos tanto de la fibrosis pulmonar difusa como del enfisema pulmonar.

En el Instituto Mexicano de Psiquiatría, la Unidad de Neuroquímica quedó a cargo del Dr. Alejandro Bayón y la Unidad de Psicología por parte del Dr. José Luis Díaz.

Por otra parte la Dra. Cristina Cortinas de Nava es responsable del Programa Interdisciplinario de Salud Ambiental de la UNAM, estableció convenios con la Dirección General de Servicios Hidráulicos con el fin de evaluar los riesgos del uso de agua residual tratada para irrigación, con el Centro de Estudios sobre Contaminación Ambiental de la Universidad Autónoma de Querétaro y el Departamento de Aguas del Distrito Federal, para colaborar institucionalmente.

En enero de 1984 fallece el Dr. Alfonso Vélez Orozco, investigador de la Sección de Citología. (22) En enero de 1985 fallece también el Dr. Dionisio Nieto Gómez; ante esta situación, el departamento de Neurobiología que estaba a su cargo, se fusiona con el de Fisiología quedando como un solo departamento, (23)

En 1987 es director el Dr. Librado Ortiz Ortiz, y en 1990 es ratificado como Director; durante estos últimos años se puso en marcha la Unidad de Escalamiento Biotecnológico, en éste se desarrollan procesos biotecnológicos en escala comercial, así como, la formación de recursos humanos a nivel posgrado.

También el Banco de Hormonas Protéicas se creó para desarrollar la tecnología necesaria para la obtención de hormonas (FSH, GH, LH) y proporcionarla a los involucrados en la Biología

Animal, tanto para estudios clínicos, como en forma de estudios analíticos. (24)

En 1989 el "Boletín de Estudios Médicos y Biológicos cambia de formato y como parte del Cuerpo Editorial permanece Carlos Larralde, Adolfo Martínez Palomo, Flavio Mena, Horacio Merchant, Antonio Peña, Manuel Salas, y Guillermina Yankelevich; como Editor en Jefe continuo Alfonso Escobar Izquierdo.

Finalmente, en 1991 se celebró el Jubileo del Cincuenta Aniversario del Instituto, para este evento se organizó un congreso en el que se presentaron ponencias sobre las líneas de investigación actuales y de actividades realizadas durante estos cincuenta años.

4.1 Organización y líneas de investigación actuales.

La estructura departamental actual del Instituto de Investigaciones Biomédicas está basada en seis departamentos:

- Biofísica y Biomatemáticas
- Biología del Desarrollo
- Biología Molecular
- Biotecnología
- Fisiología
- Inmunología

A continuación una breve descripción de las áreas de

investigación de cada departamento:

Biofísica y Biomatemáticas

En este departamento se trabaja con la representación y manejo del conocimiento médico para el diseño de sistemas expertos, con el objeto de aplicar la inteligencia artificial a programas auxiliares para la educación en medicina y al diseño de cursos que permitan la formación de especialistas en esta área.

Otra línea es el estudio de las imágenes, la percepción, expresión y comunicación en el hombre mediante imágenes que permitan el desarrollo de la función abstracta intelectual. La aplicación de la inteligencia artificial en biomedicina para solucionar aspectos propios de la práctica de la medicina en México se inició con la implementación del Teorema de Bayes al diagnóstico médico; y ahora se desarrollan técnicas e ideas originales para ello.

En otros estudios se analizan algunos aspectos de la plasticidad cerebral que tiene como objeto estudiar los mecanismos relativos a la plasticidad del sistema nervioso en general. Esta estructura se presta porque sus propiedades fundamentales son comunes a las redes neuronales de todos los vertebrados, además de que su estructura y función son más simples.

Por otro lado, se trabaja en los mecanismos del efecto "kindling", aquí se han elaborado dos modelos teóricos, uno se hizo en 1980 y consiste en un incremento en los centros nerviosos de susceptibilidad a generar post-descargas; con este estudio se pretende avanzar sobre el problema de la plasticidad cerebral por un lado y por otro, de la epilepsia.

También se realizan investigaciones sobre los efectos fólicos del nervio, ésto se refiere al efecto de los nervios sobre la distribución de los mastocitos en el músculo diafragma.

Biología del Desarrollo

En este departamento se trabaja sobre el envejecimiento biológico, y se ha demostrado que la síntesis de proteínas en cerebros de rata y ratón es regulada a nivel tradicional durante el envejecimiento. Actualmente se tienen dos proyectos específicos:

a) Localización y concentración del RNA mensajero del factor elongación 1 en diferentes regiones del sistema nervioso central para una posible correlación con enfermedades degenerativas como Parkinson y Alzheimer.

b) Cuantificación por hibridación del RNA ribosomal en

diferentes regiones del sistema nervioso central con propósitos semejantes al anterior.

En otra línea se investigan los aspectos bioquímicos y moleculares del metabolismo de la colágena, ésto es, los diversos aspectos de la regulación de la síntesis, metabolismo en tejidos normales y en órganos con distintas enfermedades (cirrosis hepática, fibrosis pulmonar y transformación celular, y modelos experimentales).

El estudio de las enfermedades que afectan el tejido conjuntivo; como resultado de colaboración entre la UNAM, PUIS, e INER, se estableció en la Unidad de Investigación del INER la sección de Tejido Conjuntivo en la que se desarrollan dos proyectos, uno el de estudio inmunológico de *Mycobacterium tuberculosis* y sus aplicaciones clínicas; y el otro el Nebendazol y fibrosis experimental.

Aquí se estudian además las relaciones filogenéticas entre el *Trypanosoma cruzi* y otros eucariotes; la biología celular y procesos de variación biológica de *Trypanosomas cruzi*.

También sobre toxicología celular se realizan investigaciones, el daño al ADN por exposición a radiación o químicos produce mutaciones que pueden traducirse en daño genético ya sea reproductivo o somático. En humanos utilizando como modelo el linfocito en cultivo, puede evaluarse el efecto de dicha exposición a mutágenos conocidos o potenciales, tanto en vivo como en vitro, midiendo diferentes tipos de daño: aberraciones cromosómicas, intercambio de cromátidas hermanas, mutaciones

génicas y alteraciones en la cinética de proliferación celular.

Otra de la ramas es el desarrollo y diferenciación sexual de la gónada de los vertebrados; la gónada embrionaria es el órgano en el que se inicia la diferenciación fenotípica del sexo del individuo; se pretende estudiar en general utilizando varios modelos experimentales.

Biología Molecular

Aquí se trabaja sobre la clonación molecular y caracterización parcial del DNA ribosomal de *Trypanosoma cruzi*. Este organismo causa la enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana, se estudia molecularmente el sistema génético del RNA ribosomal y al locus 5S.

Caracterización de las proteínas estructurales del genotipo 2 mexicano del virus del dengue, dentro de esta línea se pretende identificar, aislar y caracterizar los genes que codifican para las proteínas estructurales del virus, de una cepa que en México causó problemas epidemiológicos.

La regulación del metabolismo nitrogenado en *Escherichia coli* y los mecanismos que regulan la biosíntesis de l-glutamina y l-glutamato, es otra línea de investigación de este departamento.

La fisiología de los plásmidos y regulación de la expresión genética en enterobacterias, aquí se tiene un interés especial en dos áreas:

- 1) El estudio de diferentes propiedades moleculares de los

plásmidos.

2) Superenrollamiento del DNA y regulación de la expresión genética en condiciones de estrés celular.

El objetivo principal está centrado en profundizar en el conocimiento de la dinámica celular de los plásmidos y de la regulación de la expresión genética en procariontes y en la metodología de genética y biología molecular que les permita estudiar las bacterias, tanto en un modelo de célula, como en un organismo patógeno.

En la Unidad de Genética de la Nutrición se estudia sobre el transporte intracelular de enzimas lisosomales en células deficientes en metabolismo y requerimientos nutricios de la vitamina biotina; y finalmente en un programa de prevención del retraso mental de origen metabólico.

Sobre la biología molecular de Streptomyces se estudian sus características a nivel molecular, dado a que su ciclo biológico presenta una diferenciación morfológica y fisiológica compleja.

Finalmente tenemos la caracterización molecular de la epidemia del SIDA en México; se ha reportado una alta variabilidad biológica y molecular en diferentes HIV aislados en distintas zonas geográficas, que se reflejan en la patogenicidad de las cepas involucradas.

El proyecto es parte de un estudio multidisciplinario que se está llevando a cabo en colaboración con la Secretaría de Salud llamado "La epidemia de SIDA en México".

Biotecnología

Se estudia el impacto que ejercen diversos factores nutricionales, como la fuente de carbono, nitrógeno y fosfatos; también, la formación de algunos antibióticos de interés para la industria farmacéutica: gentamicina, eritromicina y penicilina.

Además se investiga la producción de colorantes biológicos con gran aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica del país; los colorantes en alimentos comprenden sustancias de complejidad química variable que, agregadas a los comestibles y bebidas, proporcionan color e intensifican el suyo propio confiriéndoles una apariencia agradable.

Otra rama es la aplicación de enzimas lipolíticas para la modificación de productos lácteos con el objeto de optimizar su sabor; las lipasas o glicerol ester hidrolasas son enzimas que ocupan sólo un pequeño segmento del mercado de enzimas comerciales. Y comienzan a encontrárseles aplicaciones en síntesis de productos químicos, fármacos nuevos, trans e interesterificación de grasas, producción de saborizantes, etc.

Otra área de estudio es el mejoramiento genético de microorganismos de interés industrial; aquí las estrategias para incrementar la producción de un metabolismo de interés industrial pueden ser de tipo genético o nutricional. Constituye además, una herramienta fundamental en la optimización de procesos. Entre los organismos empleados en esta industria están los lácticos, éstos

producen varias actividades metabólicas de interés e inestabilidad.

También se trabaja con el estudio de las fermentaciones anaeróbicas para la producción y procesado de alimentos; las fermentaciones anaeróbicas son parte de la biotecnología que tiene múltiples aplicaciones en los sectores alimentario, energético, agrícola y de salud pública. A través de éstas se producen en el mundo desde alimentos energéticos, fertilizantes, así como, alimentos procesados en gran escala.

Se tiene interés en desarrollar inóculos bacterianos para la transformación de desechos orgánicos para su aprovechamiento en el sector pecuario.

Por otro lado, la biosíntesis de metabolitos secundarios representan una serie de compuestos de complejidad química variable que son sintetizados por algunos microorganismos usualmente en la fase tardía de su crecimiento. Las repercusiones biotecnológicas que pueden resultar de éstos estudios, podrán ubicarse en la industria farmacéutica. Simultáneamente se trabaja en el desarrollo de la tecnología de procesos para la producción de Estreptomicina por fermentación sumergida.

Inmunología

Con la colaboración multidisciplinaria de varios grupos del Departamento, se estudian cáncer humano, con el propósito de estudiar la resistencia al agente antineoplásico ARA-C; el segundo

proyecto estableció que animales B6C (F1) reproducían hasta cierto punto una enfermedad neoplásica caracterizada por larga duración y la aparición de recaídas.

Cisticercosis humana, es una parasitosis cada vez de mayor alcance e importancia mundial. Existen avances importantes en el conocimiento de esta relación huésped-parásito que permite evaluar diversas estrategias para su control. Se pretenden realizar estudios epidemiológicos en el que se valorarán para el campo, las técnicas para diagnóstico de cisticercosis y teniasis.

Identificación de antígenos de Entamoeba histolítica, se estudia la respuesta humoral de pacientes con absceso hepático amibiano por medio de técnicas de inmunolectrotransferencia y radioinmunoprecipitación, con el fin de definir cuales componentes de Entamoeba histolítica son importantes en la respuesta celular.

Inmunología de la tuberculosis, se purifican por métodos físicoquímicos cinco proteínas de Mycobacterium tuberculosis, estas proteínas se clasifican principalmente en su capacidad de inducir respuestas humorales en humanos con tuberculosis. También se estudia la estructura protéica de la pared de Mycobacteria tuberculosis gracias a los trabajos de gestión enzimática con lisozima.

Además se realizan trabajos sobre la inmunología del SIDA por medio de síntesis de péptidos para el inmundiagnóstico del SIDA, el perfil inmunológico del enfermo de SIDA en México, y la inmunopatología del SIDA.

Otra área de éste departamento son los estudios realizados

en la caracterización antigénica de Plasmodium vivax por medio de anticuerpos monoclonales; se pretende caracterizar el perfil protéico del parásito en su forma intraeritrocítica, además la obtención de anticuerpos monoclonales contra la forma intraeritrocítica del Plasmodium vivax.

Fisiología

En el Departamento con más antigüedad en el Instituto y se ha caracterizado por sus investigaciones en neurología, neuroendocrinología, psicofarmacología, etc. Actualmente estas áreas se han ampliado y su cobertura es de: fisiología de la conducta, en donde se estudia la conducta normal y patológica de diversas especies de laboratorio, incluyendo grupos de primates cautivos, ésto es, se han estudiado los efectos de lesiones cerebrales, administración de fármacos y hormonas, determinación de correlaciones cerebrales y estudio de la interdependencia con el entorno social.

La neuroanatomía y fisiopatología experimentales, aquí se desarrollan modelos de enfermedades neurológicas y psiquiátricas en animales, éstos permiten realizar predicciones a la clínica que no es posible practicar en humanos; se ha desarrollado en los animales, depresión, psicosis, estrés, alteraciones del sueño, isquemia cerebral y traumatismo encefálico.

Estudio de plantas medicinales mexicanas, se estudia el

efecto de dichas plantas en el sistema nervioso según su uso tradicional por las culturas populares del país, de este modo se ha logrado una clasificación de algunos efectos cerebrales y conductuales de plantas psicotrópicas, hipnóticas, antiepilépticas y estimulantes.

Neurobiología del desarrollo y crecimiento, se trabaja con las consecuencias que provoca la desnutrición en diversas etapas del crecimiento sobre el desarrollo del sistema nervioso y de la conducta.

Neurobiología de la lactancia, aquí se investiga sobre la fisiología de la lactancia, tanto en lo que se refiere a los mecanismos neurohumorales de regulación de la producción, secreción y evacuación láctea, como a las condiciones óptimas para una lactancia normal en diversas especies.

Banco de hormonas protéicas de origen animal, este banco tiene como objetivo, contar con preparaciones hormonales puras especie-específicas de tipo peptídico, cuyo empleo no tendría efectos indeseables. Además se pretende obtener preparaciones hormonales que puedan ser usadas como recursos diagnósticos para analizar la fisiología de las especies explotadas para consumo humano en el país.

Después de un proceso de gestación a lo largo de cinco años, el cual depuró y garantizó la viabilidad del proyecto en septiembre de 1993, el Consejo Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México aprobó la creación del Centro de Neurobiología, cuya sede permanente estará ubicada en la ciudad de

Querétaro. Para la construcción de este Centro los gobiernos Federal y del estado de Querétaro, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Social, donaron a la UNAM y a la Universidad Autónoma de Querétaro, mediante la suscripción de un convenio, 100 hectáreas en la Reserva Federal de Juriquilla. El convenio fue asignado por el Dr. José Sarukán, rector de la UNAM, el ingeniero Carlos Rojas, secretario de Desarrollo Social y por el licenciado Enrique Burgos García, gobernador de Querétaro. (25)

El doctor Flavio Mena Jara fue nombrado director del Centro de Neurobiología, el 26 de noviembre de 1993, por el rector José Sarukán a partir de la terna aprobada por el Consejo Técnico de Investigación Científica, la cual quedó integrada también por los doctores Carlos Arámburo de la Hoz y Gonzalo Martínez de la Escalera.

REFERENCIAS

1. XL Aniversario Instituto de Investigaciones Biomédicas. -- México : UNAM, (1981). -- p. 9
2. Ibid.
3. Boletín del Instituto de Estudios Médicos y Biológicos. -- p. 12 -- Vol. 3, No. 1 (1945)
4. Ibid. p. 2
5. Instituto de Estudios Médicos y Biológicos. -- México: UNAM, (1967). -- 20 p.
6. (1) Op. cit. p. 10
7. (1) Op. cit. p. 11
8. Instituto de Estudios Médicos y Biológicos : informe julio 1965-diciembre 1966. -- México : UNAM, (1967). -- p. 2
9. Instituto de Estudios Médicos y Biológicos : informe enero-diciembre 1967. -- México : UNAM, (1968). -- p.1
10. (8) Op. cit. p. 8
11. (8) Op. cit. p. 2
12. (8) Op. cit. p. 3
13. (9) Op. cit. p. 11
14. (8) Op. cit. p. 2
15. Instituto de Investigaciones Biomédicas : informe enero-diciembre 1968. -- México : UNAM, (1969). --

p. 7-8

16. (1) Op. cit. p. 15-6
17. ESTRADA, A; GUZMAN FLORES, C; ALCARAZ, M. "La primatología : un nuevo campo de la antropología física en México: El Centro de Primates San Andrés Totoltepec, México, D.F" -- p. 27-32. -- Boletín INAH. -- Vol. 19, época 2 (1976)
18. (1) Op. cit. p. 15
19. Ibid.
20. Instituto de Investigaciones Biomédicas : actividades - 80. -- México : UNAM, (1981). -- p. 3
21. Instituto de Investigaciones Biomédicas : 1982. -- México : UNAM, (1983) -- p. 55
22. Instituto de Investigaciones Biomédicas, : informe 1985 México : UNAM, (1986) -- p. 107
23. "Proyecto de creación del Centro de Neurobiología 1989" México : Instituto de Investigaciones Biomédicas, (1989). -- p.17
24. Instituto de Investigaciones Biomédicas ; 1987. -- México UNAM, (1988). -- p. 91-3
25. AYALA VIEYRA, G. "Iniciaron las obras de construcción del Centro de Investigación de Neurobiología : los gobiernos Federal y del estado del Querétaro, por conducto de Sedesol, donaron 100 hectáreas en la Reserva Federal de Juriquilla para este proyecto". -- p. 3-4. -- Gaceta UNAM. -- mayo 12, 1994.

5 EL DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA

El Departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México fue creado en 1976, con dos secciones que son: Biomedicina y Bioingeniería, bajo la iniciativa del Dr. Jaime Mora Celis, entonces Director del Instituto, en un área de 470 metros cuadrados.

Los fundadores de este Departamento fueron los doctores Carlos Huitrón Vargas, Jorge Limón-Lasson, Sergio Sánchez Esquivel y Gustavo Viniegra.

La creación del Departamento de Biotecnología se debe a que hasta antes de la década de los setenta, la investigación científica en el Instituto estaba orientada hacia aspectos básicos solamente, ya que sus objetivos se encontraban desligados de cualquier utilidad práctica. Sin embargo, era necesario contar con un desarrollo balanceado entre la investigación básica y la aplicada, como una medida de integración entre los centros de investigación biológica de la UNAM y los problemas de investigación y desarrollo tecnológico de interés para el país.

El Departamento de Biotecnología tiene como objetivo principal lograr un avance armónico entre la investigación científica aplicada, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos de alto nivel.

El Departamento de Biotecnología realiza investigaciones en diversas áreas del conocimiento y desarrollo de la Biotecnología, con especial énfasis en las áreas de ingeniería de enzimas, genética microbiana, bioingeniería de reactores y fermentaciones, buscando incidir en la industria farmacéutica y alimentaria.

Inicialmente el Departamento fue dotado de una infraestructura física consistente de seis laboratorios de investigación, un cuarto frío, dos cuartos de incubación y dos áreas de instrumentación. Años más tarde, se separa la sección de biomedicina y se refuerza el área de bioingeniería y es cuando el Departamento de Biotecnología se vuelve el líder de la Biotecnología del país, al tener a uno de los grupos más avanzados y multidisciplinarios de investigación biotecnológica.

Es así que con los avances de los trabajos de investigación y la formación de recursos humanos, en el año de 1979, el Instituto se vió en la necesidad de ampliar el Departamento ajustándose de una infraestructura física de 450 a 750 metros cuadrados, con el fin de establecer un laboratorio para realizar una UNIDAD DE ESCALAMIENTO de los procesos biotecnológicos que estaban bajo investigación en el Instituto y en otras dependencias universitarias. Esta Unidad cuenta con las siguientes instalaciones:

" - Fermentadores convencionales a nivel de laboratorio con capacidad de 5 y 14 litros, con agitación mecánica de velocidad variable, totalmente instrumentados.

- Una planta piloto de fermentaciones de diseño propio, que consta de un área de proceso con dos reactores convencionales de 140 y 1400 litros, con agitación mecánica de velocidad variables, totalmente instrumentados; un tanque auxiliar de 140 litros y cuatro tanques auxiliares de 20 litros cada uno, todos ellos contruidos con acero inoxidable.

- Un área de recuperación de productos de equipos a escala piloto que consta de filtros y centrifugas para la separación de células del caldo de fermentación; un molino de alta velocidad para extraer productos intracelulares.

- El área de producto terminado que consta de un evaporador para concentrar líquidos y un secador por aspersion para obtener productos en polvo, ambos a nivel de planta piloto." (1)

Desde la fundación del Departamento, se consideró de gran importancia la formación de los recursos humanos en Biotecnología y es así que en 1984 se creó el proyecto académico de Especialización, Maestría y Doctorado en Biotecnología, en donde se han formado estudiantes que ahora laboran tanto en la UNAM, como en otras instituciones de enseñanza superior y en la industria.

Durante este tiempo se han titulado y graduado 38 licenciados, 2 especialistas en biotecnología, 10 maestros y 2 doctores. Todos los investigadores del Departamento pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores en los diferentes niveles:

2 candidatos a investigador

3 investigadores titulares Nivel 1

4 investigadores titulares Nivel 2

El Departamento ha pasado por diferentes épocas que son un reflejo del número y la etapa en que se encuentran sus investigadores, ya que muchos han salido y otros tienen poco tiempo de haberse incorporado. Es así que a catorce años de su fundación, en el Departamento se han generado 124 publicaciones y siete patentes.

Las 7 patentes registradas son:

1. "Procedimiento para la conservación de pescado por fermentación ácido-láctica, en 1988." (2)
2. "Equipo para determinar la calidad microbiológica de la leche y procedimiento para emplearlo, en 1988. (3)
3. "Proceso de fermentación gluconeogénica para preparar un alimento para rumiantes".
4. "Mejoras en un pasteurizador lento".
5. "Procedimiento para la obtención de pigmentos de origen natural de la serie de la betacianina y betaxantina a partir del betabel (*beta-vulgaris*)".
6. "Proceso fermentativo para obtener proteínas hidrúdas a partir de cepas Escherichia coli".
7. "Procesos para producir la enzima penicilino amidasa en células de Escherichia coli".

LINEAS DE INVESTIGACION

a) APLICACION DE ENZIMAS EN ALIMENTOS

Las enzimas lipolíticas se han empleado en la modificación de productos lácteos para la generación de saborizantes. Esta tecnología es de reciente introducción al país. La fuente de enzima es un elemento crucial en la generación del sabor deseado. Se han seleccionado diversos hongos filamentosos, Rhizopus Delemar, Penicillium Candidum y Penicillium Caseicolum generaron sabores agradables y aceptables a los consumidores. El objetivo es conocer los factores que afectan la producción de la enzima por los microorganismos seleccionados, en sistemas de fermentación sumergida y sólida, así como la caracterización de la lipasa de P. CANDIDUM Y la optimización de las condiciones de modificación de los diversos sustratos para finalmente elaborar los saborizantes.

b) REGULACION DEL METABOLISMO PRIMARIO Y SECUNDARIO EN ACTINOMICETES.

Los actinomicetos son un grupo de microorganismos de gran importancia porque producen una gran variedad de enzimas, antibióticos, antitumorales, inhibidores enzimáticos e inmunomodificadores, entre otros compuestos, de gran importancia comercial. Sin embargo, son microorganismos poco conocidos y es

hasta recientemente que ha surgido el interés por conocer más acerca de su fisiología, genética y bioquímica.

El objetivo es conocer los mecanismos regulatorios que se ejercen sobre el metabolismo primario y secundario, tomando como modelos biológicos a Saccharopolyspora Erythromycin y Streptomyces Kanamycin, microorganismos productores de eritromicina, kanamicina y amilasa.

c) DESARROLLO DE BIOTECNOLOGIA DE ENZIMAS

Las pectinasas y las celulasas son un grupo de enzimas ampliamente distribuidas en la naturaleza y que tienen la capacidad para degradar sustancias pécticas y celulosa. Las primeras se utilizan principalmente en la clarificación y en la extracción de jugos de frutas, en donde es esencial la presencia de la actividad de endo-poligalacturonasa poli (1-4alfa-D-galacturónido) glicanohidrolasa. Muchos países deben importar pectinasas para el procesamiento de frutas. En México también se importan estas enzimas, a pesar de contar anualmente con enormes volúmenes de subproductos que contienen pectina y que tienen el potencial de utilizarse como fuente de carbono e inductor para la biosíntesis de pectinasas extracelulares.

Sobre las celulasas, se ha aislado un hongo levaduriforme que ha demostrado ser un celulolítico verdadero. Además el filtrado libre de células obtenido a las 72 horas de crecimiento tiene la capacidad de convertir el 4% de papel filtro de azúcares

solubles bajo las condiciones de ensayo estandarizadas para celulasas. Estas características evidencian el potencial que tienen las celulasas de Aureobasidium sp. para la bioconversión de la celulasa que contienen los abundantes productos celulósicos a azúcares solubles de interés industrial. Tal es el caso del bagacillo de caña de azúcar, la paja de trigo, la cáscara de limón y otros subproductos lignocelulósicos de desecho hasta ahora poco aprovechados.

El objetivo es llevar a cabo investigación en biotecnología de enzimas, tendientes al desarrollo de procesos y productos biotecnológicos de potencial práctico, utilizando para ello la versatilidad, plasticidad y eficiencia de los sistemas biológicos. Actualmente, ésta línea de investigación está situada entre los campos de las fermentaciones, de la bioquímica y de la ingeniería de enzimas utilizando a las pectinasas y celulasas como modelos.

d) ESTUDIO DE LAS FERMENTACIONES ANAEROBICAS PARA LA PRODUCCION, CONSERVACION Y PROCESADO DE ALIMENTOS.

Las fermentaciones anaeróbicas son una parte de la biotecnología que tiene múltiples aplicaciones en los sectores alimentarios, energético, agrícola y de salud pública.

A través de las fermentaciones anaeróbicas se producen en el mundo desde alimentos, energéticos, fertilizantes, así como, alimentos procesados a gran escala. El objetivo es conocer cómo las fermentaciones anaeróbicas se establecen en la naturaleza y

cómo a través de este conocimiento como podemos utilizarla para generar nuevos productos y procesos útiles a la sociedad.

e) BIOSINTESIS DE METABOLISMOS SECUNDARIOS

Los metabolitos secundarios representan a una serie de compuestos de complejidad química variable que son sintetizados por algunos microorganismos usualmente en la fase tardía de su crecimiento. Se les llama secundarios ya que no ofrecen ninguna función aparente para el microorganismo que los sintetiza. Sin embargo, se les ha concedido una ventaja competitiva para aquellos sistemas biológicos que los forman. Un ejemplo son los antibióticos y diversos alcaloides microbianos.

El objetivo es caracterizar la influencia que tienen diversos factores nutricionales, tales como la fuente de carbono, nitrógeno y fosfatos sobre la formación de algunos antibióticos de interés industrial.

f) PRODUCCION FERMENTATIVA DE COLORANTES DE INTERES EN ALIMENTOS.

Los colorantes comprenden a un grupo de sustancias de complejidad química variable que agregadas a los comestibles y bebidas, les proporcionan color o les intensifican el suyo propio, confiriéndoles una apariencia agradable.

Los colorantes por su origen son clasificados en químicos

y biológicos. En el área de alimentos, los colorantes biológicos representan una alternativa atractiva en relación a los colorantes sintéticos, los cuales producen problemas de toxicidad hacia los humanos.

La fuente tradicional de colorantes biológicos han sido los vegetales, sin embargo, también se sabe del uso de microorganismos para su producción.

Los colorantes biológicos de interés industrial, como algunos carotenoides como el beta-caroteno, la cantaxantina y un derivado químico del beta caroteno se han destacado por su inocuidad y gran efecto.

El objetivo es el conocimiento de los factores que regulan su producción con el fin de diseñar estrategias para el mejoramiento de las cepas que los producen. Esto precederá al desarrollo de la tecnología de proceso para la producción de carotenoides por fermentación sumergida. A continuación se presenta la historia de la biotecnología.

5.1 LA BIOTECNOLOGIA

La biotecnología es nueva en el mundo, ya que "antes de 1970 no se le conocía con ese término sino como microbiología industrial, tecnología de fermentaciones e ingeniería bioquímica.

La biotecnología está formada principalmente por seis grandes ramas: química, bioquímica, microbiología, genética,

ingeniería y economía". (4)

La biotecnología consiste en la utilización y transformación de microorganismos y células vegetales y animales para producir bienes y servicios para el hombre, con una utilidad económica y social.

El uso de los microorganismos para el beneficio del hombre se utilizó desde épocas muy antiguas, de manera proporcional a los conocimientos que se poseían, para satisfacer necesidades básicas.

Así, desde la antigüedad, el hombre ha utilizado la biotecnología en forma empírica, sin embargo, cuando empieza a tener un carácter científico es a partir del siglo XIX, cuando Gregor Mendel estableció las leyes de la herencia. Mendel definió la unidad de información genética con el nombre de "gene". Posteriormente Louis Pasteur, inicia un estudio más sistemático de las propiedades y características de microorganismos que producían productos con propiedades de interés para el hombre. Entonces los científicos visualizan la utilización de microorganismos para fines específicos y es cuando surge la tecnología biológica, llamada también biotecnología.

En 1953 "se había concluido que la información genética reside en una molécula química, e incluso, que el ácido desoxirribonucleico (ADN), inyectado directamente a una célula puede alterar la herencia de la misma. En este año, John Watson y Francis Crick pusieron en evidencia la estructura química y molecular del ADN y explicaron cómo puede ser esta sustancia la portadora de la información genética. Tiempo después se logró

establecer el código genético. En este trabajo tuvo una participación muy importante el mismo Crick. Francois Jacob y Jacques Monod pusieron de manifiesto los mecanismos de control del mensaje genético y a principios de la década de 1970; se logró obtener conocimiento suficiente del funcionamiento del sistema genético de organismos simples, tales como bacterias y virus, y con el descubrimiento de las llamadas "enzimas de restricción", que corten el ADN en sitios específicos, fue posible desarrollar metodologías para manipular el genoma y diseñar seres vivos a la medida de las necesidades del hombre." (5)

La consolidación de la biotecnología se da durante la segunda Guerra Mundial al tener la necesidad de producir el antibiótico penicilina en grandes cantidades, para combatir infecciones.

En 1958 se publicó el primer libro sobre ingeniería bioquímica en Inglaterra. Así, la biotecnología se ha convertido una nueva disciplina con fines, objetivos y métodos diferentes.

Historia

La explotación de los recursos bióticos se remota a más de 9000 años, cuando el hombre se alimentaba con los animales que cazaba y, en menor grado, de los vegetales que encontraba en su continuo desplazamiento. Más tarde, descubre que las semillas en ciertas condiciones de humedad, tierra y luz, llegan a germinar y

dan plantas desarrolladas formadoras de frutos: empieza el desarrollo de la agricultura.

El almacenamiento de alimentos debió dar al hombre de antaño muchas sorpresas a las que después llamaría con los nombres de putrefacción y fermentación, términos que separan la descomposición de materia orgánica rica en nitrógeno de la pobre en este elemento. Las transformaciones que produce la fermentación sobre diversos alimentos formaron muy pronto parte de las técnicas alimentarias de los antiguos pueblos. En el siglo XVII a. C., los sumerios producían una cerveza derivada de la cebada y del emmer (cereal), pero aun antes de esta fecha debió aparecer una bebida fermentada elaborada a partir de la mezcla de agua y miel que se dejaba reposar al aire. El origen del vino muy posiblemente se remonta a 3500 años a. C., entre los asirios, si bien no tuvo tanta difusión como la cerveza, pues el cultivo de la vid era practicado por los sacerdotes en jardines especiales, y la bebida era exclusiva de las "castas superiores".

Tan antigua como la agricultura, la elaboración del pan involucra la fermentación por levaduras. Se han encontrado conocimientos de panes en las pirámides de Egipto, los cuales datan de hace aproximadamente 6000 años. De igual modo el yogurt y el queso requieren la fermentación de la leche y la crema, respectivamente, y su producción se inició muy probablemente con la ganadería.

Durante mucho tiempo los pueblos de la Tierra consumieron una gran diversidad de productos alimenticios transformados, sin

llegar a sospechar qué agentes producían los cambios de color, consistencia, aroma y sabor. Los primeros alquimistas tuvieron por tanto muchas preguntas que hacerse al respecto.

En el año 750 ya se hacían destilaciones alcohólicas, y los maestros alquimistas Salernus y Albertus Magnus sabían destilar el vino para la obtención de alcohol. Pero si bien se admitía la transformación de la materia (los sumerios llamaban bisurra a un tipo de cerveza; y sur se traduce como "fermentado") e, incluso, se usaban procesos de destilación, los hombres de esta época aún se hallaban muy lejos de determinar qué elementos constituían sus alimentos, qué agentes los transformaban y qué nuevos compuestos daban lugar.

El estudio de la Biotecnología se ha dividido en cuatro grandes áreas:

1. MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL. Intenta conocer cuáles son los mecanismos regulatorios, principalmente las que rigen y controlan el metabolismo microbiano.
2. TECNOLOGIA DE LA FERMENTACION. El proceso de fermentación consiste en la transformación de un sustrato en metabolitos de interés; dicho proceso se intenta realizar en condiciones ambientales óptimas y por ello es necesario controlarlas para que sea más eficiente la transformación.
3. INGENIERIA ENZIMATICA. Esta idea se basa en que las enzimas tienen un alto grado de afinidad con ciertos

sustratos; ello permite que, ante una mezcla de sustancias, sólo sean transformadas aquellas que reconoce la enzima.

4. **BIOTECNOLOGIA MODERNA.** Es la rama más joven de la tecnología biológica y puede decirse que nace con la ingeniería genética. Como ahora es posible seleccionar el microorganismo, y modificarlo para que produzca un cierto metabolismo, o que aumente una actividad enzimática específica, se han tenido que cambiar los conceptos y métodos de diseño y construcción de equipo. (6)

A la Biotecnología se le ha denominado de primera, segunda y tercera generación. "Probablemente, la fermentación alcohólica sea el ejemplo más típico de la biotecnología que se ha denominado de "primera generación", y el desarrollo de la producción de penicilina, el caso más típico de la biotecnología llamada de "segunda generación". Los logros de las biotecnologías de "primera" y "segunda" generación son cuantiosos. Las bebidas alcohólicas y los alimentos fermentados (yogurt, quesos, etcétera) son industrias importantes en cualquier sociedad. Los antibióticos permiten evitar muchas muertes y facilitan el tratamiento de diversas enfermedades infecciosas. Los aminoácidos hacen posible incrementar el valor nutricional de los forrajes. Las enzimas están revolucionando la catálisis. Se han producido más y mejores productos para casi todo tipo de industrias, y las vacunas, toxoides y antígenos obtenidos mediante biotecnologías contribuyen

a disminuir la mortalidad y morbilidad de la población.

Las posibilidades de estas biotecnologías son muy amplias.

La nueva biotecnología o de "tercera" generación, es una industria en gestación que se inició hace apenas una década.

Obtenidos por medio del ADN recombinante, en el mercado existen actualmente un número limitado de productos: la insulina humana, la hormona del crecimiento, los interferones y la vacuna para la hepatitis. En vista de que la actividad industrial es intensa, se espera que muchos más productos salgan al mercado antes de fin de siglo; ya se han probado anticongelantes biológicos (cepas transformadas de *Pseudomonas syringae*); se han generado plantas resistentes a ciertos herbicidas (el tabaco a la triazina, por ejemplo), y se ha logrado la clonación de algunas enzimas como la subtilisina, por mencionar sólo algunos ejemplos. Algunas de las posibilidades consideradas como "grandes metas" de la ingeniería genética, incluyen el desarrollo de plantas autofertilizantes y multirresistentes.

En el campo del cultivo de tejidos se encuentran ya en el mercado variedades de tomate y zanahoria, con características superiores, desarrolladas mediante variación somaclonal. También se encuentran disponibles semillas artificiales, que permiten garantizar uniformidad tanto en la calidad del producto como en los tiempos de cosecha, además de una alta calidad del cultivo. Las posibilidades de estas técnicas son muy vastas.

La tecnología de hibridonas es probablemente la que más productos ha colocado en el mercado. Se estima que en la

actualidad existen más de 100 productos para diagnóstico, basados en anticuerpos monoclonales. En el presente, aunque su uso esta prácticamente retringido a aplicaciones in vitro, sus posibilidades para el diagnóstico in vivo en cáncer y de padecimientos cardiacos y su uso en terapia contra ciertos cánceres son muy prometedoras en el corto plazo. (7)

Los líderes mundiales en biotecnología son Estados Unidos y Japón, seguidos de lejos por la Comunidad Económica Europea. (8)

La biotecnología ha provocado una revolución en la agricultura, en la industria alimenticia, en la zootecnia y en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Como consecuencia se han invertido grandes sumas de dinero en la investigación, desarrollo tecnológico e industrialización de procesos biotecnológicos. En particular, en los EUA la industria biotecnológica tiene inversiones que generaron ventas por 2.9 billones de dólares en 1990. Existe una extraordinaria competencia internacional para poseer la propiedad de los procesos biotecnológicos y, por lo tanto, el monopolio de las nuevas tecnologías. (9)

La investigación biotecnológica se realiza en universidades, tecnológicos y compañías comerciales, los cuales desarrollan estudios básicos de alto nivel y procesos conducentes a la industrialización. Estas investigaciones son muy costosas y requieren la participación de personal multidisciplinario de alta capacidad científica y tecnológica. Por añadidura, se ha dado un proceso acelerado de fusión de compañías biotecnológicas. El

desarrollo de estas actividades en el mundo muestra un incremento verdaderamente explosivo y de los países desarrollados están en vías de poseer el control de la biotecnología. (10)

MERCADOS POTENCIALES DE BIOTECNOLOGIA EN EL MUNDO

AREAS DE APLICACION	TAMAÑO DE MERCADO (MILLONES DE DOLARES)
AGRICULTURA	30 000
PRODUCTOS QUIMICOS	10 000
MEDICINA Y SALUD	5 000
ALIMENTOS	2 000
VETERINARIA	1 000
ACUICULTURA	500
TOTAL DEL MERCADO	50 000
(ESTIMACION CONSERVADORA)	
TOTAL DEL MERCADO	100 000
(ESTIMACION OPTIMISTA)	

FUENTE: Referencia 11

La biotecnología en los países en desarrollo es marginal. Quintero (12) ha resumido las características generales que definen a la biotecnología en esos países en los siguientes puntos:

a) Dificultad para definir proyectos específicos en biotec-

nología.

- b) Número insuficiente de investigadores y personal calificado en diversas áreas de la biotecnología.
- c) Infraestructura inexistente o incompleta para realizar proyectos en biotecnología.
- d) Carencia de experiencia en desarrollo tecnológico, particularmente en el área de biotecnología.
- e) Presupuestos pequeños y muy diversificados en lo referente a ciencia y tecnología.
- f) Falta de una industria nacional que apoye y busque el desarrollo de nuevas tecnologías.
- g) La desconfianza mutua entre la industria y las instituciones de investigación.
- h) Acentuado individualismo.
- i) Ausencia de una política nacional de desarrollo en biotecnología.

TECNICAS INNOVADORAS PARA EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGIA

- Manipulación del ADN recombinante
 - Cultivo de tejidos
 - Fusión de protoplastos
 - Preparación de anticuerpos monoclonales
 - Modificación estructural de proteínas (ingeniería de proteínas)
 - Inmovilización enzimática y catálisis celular
 - Empleo de catalizadores biológicos
 - Control computarizado de reactores y sus procesos
 - Diseño de reactores biocatalíticos
-

La biotecnología en México

En México, "la biotecnología está dando sus primeros pasos, aunque su desarrollo es muy prometedor, ya que tan sólo en el área alimentaria ha propiciado tecnologías en vías de un rápido perfeccionamiento en actividades de beneficio familiar, social, industrial y económico, y se anticipa que en un futuro aporte soluciones a los problemas de la escasez alimentaria y del déficit de proteínas." (13)

Las actividades biotecnológicas que se desarrollan en

México involucran la formación de personal altamente calificado, la investigación básica y el desarrollo tecnológico. De manera incipiente se desarrolla la comercialización de los productos biotecnológicos mediante su producción industrial o la aplicación extensiva en la agricultura de los procesos agro-biotecnológicos. Desde el inicio de las actividades biotecnológicas en México, se han multiplicado los centros de investigación y docencia. En ellos se realizan investigaciones en biotecnología de plantas, biotecnología diagnóstica, ingeniería de proteínas, producción de inoculares, bioinsecticidad, plantas transgénicas, metabolitos secundarios con células vegetales, bioingeniería de procesos fermentativos, bioingeniería ambiental, biotecnología de alimentos y transplante de embriones en mamíferos. Respecto a la formación de recursos humanos, se estima que para 1990 habrán egresado de estos centros de 8 a 10 doctores y de 50 a 60 maestros de ciencias. Refiriéndose al campo industrial, la mayor participación en México está en la industria de las fermentaciones de fármacos como antibióticos, de aminoácidos, ácidos orgánicos, inoculantes y enzimas. Estas actividades industriales se refieren a procesos tradicionales no considerados como tecnología de punta o biotecnología moderna, las cuales están sustentadas principalmente por técnicas derivadas de la ingeniería genética, la biotecnología vegetal y animal (zootecnia).

En México es la biotecnología "un conjunto heterogéneo y disperso de actividades de investigación y desarrollo, industriales

y de promoción, las cuales se realizan a muy diferentes niveles de complejidad científica y tecnológica en varios sectores de la actividad económica. De ahí que para analizar su desarrollo y diagnosticar la situación en el país sea necesario definir y delimitar este campo con base en ciertas características comunes que faciliten su manejo." (14). Se da mayor prioridad de investigación en las áreas agropecuarias, de combate a la contaminación, energética, química, química farmacéutica y salud.

En el país existen productos de las tres generaciones biotecnológicas. Entre las de la primera generación se encuentran las bebidas, lácteos, alcohol, hongos, etcétera que son los de mayor importancia económica. En los de la segunda generación están los productos antibióticos, enzimas y aminoácidos, principalmente, estos dependen de tecnología extranjera. En productos de tercera generación apenas se están realizando actividades de investigación donde la dispersión es grande, el enfoque es básico y, en general, los proyectos en que se trabaja tiene fuerte competencia internacional.

Existen también en México la biotecnología "alternativa" que son actividades agroindustriales y de baja escala, tales como la generación de biogás, los ensilados y las bebidas tradicionales (como la cervecera) entre otras.

En las estadísticas del Sistema Nacional de Investigadores se aclara que en México el número de personas dedicadas a la investigación en relación con la población total es

más bajo respecto al de los otros países en vías de desarrollo. Y en el área de la biotecnología sucede lo mismo por lo tanto su efecto es de escaso alcance, tal como en la investigación científica y tecnológica en el país.

Los centros de investigación universitarios que cuentan con infraestructura física adecuada y personal experimentado en Biotecnología son:

1. Instituto de Investigaciones Biomédicas, de la UNAM, se encuentra en Ciudad Universitaria México, D.F. y tiene una planta piloto en operación. Sus áreas de interés son: microbiología industrial, fermentación e ingeniería enzimática.
2. Centro de Investigaciones sobre Ingeniería Genética y Biotecnología, también de la UNAM. Se localiza en Cuernavaca, Morelos, cuenta con una superficie de 5000 m². Sus áreas de interés son: la ingeniería genética y biotecnología aplicadas al sector salud y alimentos.
3. Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, de la UNAM. Se ubica en Cuernavaca, Morelos; cuenta con una superficie de 4000 m². Sus áreas de interés son: biología molecular e ingeniería genética aplicada a células vegetales.
4. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, México, D.F.; cuenta con una planta piloto y laboratorios. Sus áreas

de interés son: fermentación e ingeniería enzimática.

5. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN, Unidad de Biología Vegetal Moderna, en Guanajuato; cuenta con una superficie de 8000 m². Sus áreas de investigación son: conservación y preservación de semillas, ingeniería genética aplicada a células vegetales.

Contamos en México con "instituciones de excelente y reconocida calidad científica, avalada no solamente por cubrir la mayor parte de los proyectos de investigación biotecnológica básica y aplicada a problemas prioritarios de salud pública, sino por la mayor representación de las instituciones en que principalmente se realizan (UNAM, SSA, IMSS, IPN), que agrupan a más de las tres cuartas partes de los investigadores del SNI. Cabe resaltar la calidad y productividad científica de los investigadores de estas instituciones, quienes publican más de la mitad de sus artículos en revistas internacionales (57%). La calidad y productividad científica de los investigadores en las otras disciplinas relevantes a la investigación básica, resulta también significativamente alta. Sin embargo, existen escasos programas de posgrado en biotecnología." (15)

"La posición de la industria biotecnológica en México es pequeña y poco promotora, ya que su acción ha dependido de las decisiones de las empresas matrices... La actitud industrial y empresarial a nivel privado, paraestatal y gubernamental es por lo general de escepticismo y de gran temor por dos factores: la

dificultad de identificar productos o proyectos interesantes y la falta de experiencia en desarrollo tecnológico, tanto en el sector productivo como en el sector de investigación. Para que la biotecnología se pueda desarrollar en México es necesario efectuar un cambio muy grande en lo que se refiere a actitud empresarial, desarrollo tecnológico y búsqueda de los mercados internacionales."

(16)

REFERENCIAS

1. SAVAL, Susana; Blancas, Abel. "Escalamiento de procesos biotecnológicos : el porqué de una planta piloto". -- p. 51 Información Científica y Tecnológica. Vol. 11, no. 154 (1989) jul.
2. Dirección de invenciones, marcas y desarrollo tecnológico Departamento de patentes. Secretaría de Fomento Industrial. No. 118665 (1988)
3. Ibid No. 12686
4. PEÑA ANTONIO. comp. La biología contemporánea. México : UNAM, 1985. p. 207
5. LIMON LASON, Jorge. "La biotecnología ¿un arma del futuro?. -- p. 47. -- Ciencia y Desarrollo -- Vol. 49, no. 49 (1983)
6. (4) Op. cit. p. 210-6
7. STRAUCH MILSTEIN, Mordejai Morris. "Historia de la biotecnología". -- p. 26-8. -- Ciencia y Desarrollo. -- Vol. 14, no. 84 (1989)
8. Ibid p. 29
9. ESPARZA GARCIA, Fernando. "Perspectivas de la biotecnología y la bioingeniería en México". -- p.70-1. -- Avance y Perspectivas. -- Vol. 10, (1991) Ene.-mar.
10. Ibid p. 71

11. CABRERA CONTRERAS, Roberto. "Perspectivas de la investigación biotecnológica básica en México." -- p. 371. -- Salud Pública de México. -- Vol. 31, no. 3 (1989)
12. GALINDO FENTALES, Enrique. "Biotecnología: oportunidades y amenazas. -- p. 30. -- Ciencia y Desarrollo. -- Vol. 11, no. 80 (1988) May.-jun.
13. GIRON HURTADO, Elvia. "Biotecnología alimentaria". -- p. 32. -- Información Científica y Tecnológica. -- Vol. 11, no. 154 (1989) Jul.
14. QUINTERO RAMIREZ, RODOLFO, Comp. "Prospectiva de la biotecnología en México". -- México. CONACYT-Fundación Barros Sierra, 1985. -- p. 468
15. (11) Op. cit. p. 381-2
16. (12) Op. cit. p. 34

6.1 Historia

El término bibliometría aparece impreso por primera vez en 1969 en un artículo de Alan Pritchard (1) llamado "Statistical bibliography o bibliometrics?" en la edición de diciembre del Journal of Documentation. En él, hace la reflexión de que la expresión "bibliografía estadística" debe ser reemplazada por un término mejor ya que es inadecuado y no muy descriptivo, pues puede ser confundido con la estadística misma, o bibliografías sobre estadísticas.

Como resultado de una sugerencia de Kendall (2), Pritchard propone que la palabra bibliometría sea empleada en la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para libros y otros medios de comunicación y que ésta sea el sustituto para "bibliografía estadística". Define bibliometría como el tratamiento cuantitativo de las propiedades y comportamiento de la información registrada. Esto es, la bibliometría cuantifica los procesos de la comunicación escrita.

En el mismo fascículo del Journal of Documentation Fairthorne (3) en su artículo clásico "Empirical hyperbolic distributions for bibliometric description and prediction" usa la palabra bibliometría y reconoce a Alan Pritchard como el creador de este término.

La elaboración de estudios bibliométricos se remonta a 1917 en que Cole y Eales (4) examinan 6,436 publicaciones de anatomía comparada cubriendo el período de 1550 a 1860. A este estudio le siguieron otros como el realizado en 1923 por Hulme. Se trata de un estudio comparativo entre países en vías de desarrollo y su capacidad de producción, basado en revistas localizadas en el International Catalog of Scientific Literature comprendiendo los años de 1901-1913. En este estudio se utiliza por primera vez la expresión "bibliografía estadística".

Los primeros estudios bibliométricos fueron los realizados por Cole y Eales, Wyndham Hulme y Lotka; estos estudios ya incluían autor, título de revista, año de publicación, forma de publicación ya sea artículo de revista, libro, etc. (5)

En secuencia cronológica, el tercer estudio bibliométrico lo realizaron Gross y Gross (6); ellos contaron y analizaron las citas aparecidas en artículos de revistas de química, ordenándolas por rangos de acuerdo al número de citas recibidas; realizaron una lista de revistas que consideraron indispensables en la educación química. Este es el primer estudio basado en la cuantificación y análisis de citas.

En la revista Anné Sociologique de 1952, Zoltowski analiza la bibliografía nacional de Francia, desde 1801. El estudio se tituló "Les cycles de la creation intellectuelle et artistique", a través del análisis estadístico así, se adelanta a la bibliometría cualitativa.

Por otro lado el término bibliometría ha sido ambigua, pues

también se le llama econometría, informetría, cienciasmetría, entre otros; aunque sabemos que el último término no es empleado hoy en día, pues este sólo abarca el área estrictamente científica y deja fuera a las humanidades.

Son varias las definiciones que le han dado a la bibliometría, sin embargo, entre las más reconocidas se encuentran las siguientes:

Pritchard (7) define a la bibliometría como la aplicación de los métodos matemáticos y estadísticos dando claridad a los procesos de comunicación escrita y a la naturaleza en curso de un desarrollo dentro de una disciplina.

King (8) la define como la medición de las publicaciones científicas y su factor de impacto en la comunidad científica, proporcionando una gran variedad de indicadores que pueden ser combinados para dar un panorama de la situación de la investigación.

Por su parte, Garfield (9), la define como la "cuantificación de la información bibliográfica para la elaboración de un análisis".

Licea (10) define a la bibliometría como "cuantificación de los datos bibliográficos".

Como se puede observar King es el único autor que habla sobre publicaciones científicas, sin embargo debemos tomar en cuenta que la bibliometría no es específica de el área científica, pues se pueden realizar estudios bibliométricos en cualquier área del conocimiento.

6.2 Características:

La bibliometría cuantifica la producción bibliográfica en todos sus niveles, ésto es, a nivel individual, grupal, departamental, institucional, nacional e internacional, por lo tanto, los indicadores bibliométricos pueden ser:

- Número total de publicaciones de un investigador, grupo, departamento o institución, entre otros.
- Area en la que más se produce.
- Idioma en el que más se publica.
- Años más productivos.
- Revistas en las que más se publica (domésticas o foráneas).
- Publicaciones individuales y/o colectivas.
- Número de referencias que utilizan los investigadores en sus trabajos (como lecturas recomendadas, o como apoyo total para la elaboración de sus trabajos).
- Edad de la literatura citada en los trabajos de investigación.
- Número de citas, autocitas y citas en común.
- Tipo de documento en que más se publica (revista, libro, congreso, etc.)
- Investigadores que más publican de acuerdo con su sexo (hombres o mujeres).

Por medio de la bibliometría se valora la documentación bibliográfica sobre cualquier tema a partir de lo siguiente:

- El análisis del tamaño, crecimiento y distribución de la bibliografía sobre el mismo.

- El estudio de la estructura y dinámica social del grupo o grupos que la producen o utilizan". (11)

La bibliometría usa en sus investigaciones una metodología específica, científica y matemática empleando también métodos estadísticos. Los estudios bibliométricos se agrupan en las siguientes categorías:

- 1) Descriptivos o cuantitativos.
- 2) Evaluativos o cualitativos.

Los primeros describen las características de la literatura utilizada por investigadores, así como las características de referencias citadas por los autores en sus investigaciones.

Los segundos examinan la cantidad de información producida en una región, periodo o área del conocimiento, valiéndose de las relaciones formadas entre los componentes bibliográficos de la literatura. Ejemplo de ellos son: la evaluación de calidad de producción científica empleando el factor de impacto de las citas como uno de los criterios de evaluación; los estudios de citas en común, enlaces bibliográficos, entre otros.

6.3 Leyes bibliométricas.

La bibliometría está conformada por varias leyes, que se han ido proponiendo para explicar los fenómenos observados en el estudio de la literatura científica, entre las más utilizadas se encuentran las siguientes:

1) Ley de Bradford.

El químico y documentalista inglés Samuel Clement Bradford en 1934 formuló por primera vez su ley pero no recibió la debida atención hasta que publica su libro Documentation en el que indiza una amplia bibliografía del área de geofísica enlistando las revistas en orden decreciente de productividad distinguiendo tres zonas, en la primera agrupa un pequeño número de revistas altamente productivas; en la segunda reúne un gran número de revistas moderadamente productivas; y en la tercera congrega un mayor número de revistas de baja productividad, a éstas se les conoce como revistas periféricas. De acuerdo a lo anterior, la primera zona corresponde a la constante n , la segunda zona corresponde a n^2 .

Por lo tanto la fórmula de Bradford es:

$$1:n:n^2$$

Con el tiempo algunos investigadores han intentado refinar la ley de Bradford y la formulación más acertada ha sido la desarrollada por Brookes (12) quien expresa que la distribución de Bradford ha ganado amplia aceptación, sin embargo, propone otra fórmula que contiene una variable con la que describe la curva de Bradford. Su variable es constante con la colección de revistas, pero el valor numérico varía de bibliografía a bibliografía:

$$R(n)=K \log n$$

Donde $R(n)$ es el total acumulativo de artículos relevantes tomados de las primeras (n) revistas y (k) es la constante de la variable por campo o tema.

Validez.

La ley de Bradford en algunas veces llamada ley de dispersión, porque muestra cuántos artículos en un campo están dispersos a lo largo de una colección de revistas.

Aplicación.

La ley de Bradford ha encontrado importantes aplicaciones y ha dado lugar a un elevado número de trabajos y en los últimos años Garfield ha tratado incluso de generalizarla, agrupando las revistas en función de las citas que reciben, y afirmando que una combinación de la bibliografía de las distintas disciplinas y especialidades permite obtener un núcleo multidisciplinario para la totalidad de la ciencia. Debe también llamarse la atención sobre el empleo de la ley de Bradford tratando de aplicarla a distribuciones de todo género, donde, en muchos casos, no se cumple.

2) Ley de Lotka.

En 1926 Alfred J. Lotka publica un artículo en el que analiza la productividad de autores en química y física utilizando el Chemical Abstracts de 1907 a 1916. Se fundamenta en el número de autores que publican en una disciplina; demostró que independientemente de la disciplina considerada, siempre que se tome una bibliografía lo suficientemente amplia en volumen y tiempo, se distinguen tres sectores en donde hay 1000 científicos que producen 100 documentos en su vida, 100 científicos que producen 10 documentos y 1 científico que produce 100 documentos.

Por lo tanto, su fórmula es:

$$f(n) = \frac{A}{n}$$

donde

$f(n)$ constituye el número de autores que realizan n número de trabajos (dentro de un determinado periodo) y A representa una constante.

Sin embargo, Gupta considera una variable más:

$$f(n) = \frac{Ax}{n}$$

donde x representa al número de autores que contribuyen en un solo trabajo.

Esta fórmula se ha encontrado en numerosas aplicaciones, pero debe advertirse que la productividad de los científicos no tiene porque coincidir necesariamente con la calidad de sus trabajos. Price (13) defiende, entre otros, la existencia de una fuerte correlación entre ambos parámetros. Conviene por ello referirse, más que a la productividad de un autor, al "impacto que suele obtenerse mediante el recuento de las citas que cada autor produce en la bibliografía posterior."

Validez.

Se considera como indicador de la productividad de un autor.

Aplicación.

Puede usarse para saber con qué frecuencia publica un autor y la relevancia de sus trabajos.

3) Ley de Zipf.

En 1935 George Kingsley Zipf, después de estudiar la ocurrencia de palabras en varios textos, formuló lo que se ha venido conociendo como la ley de Zipf que dice que si se toma cualquier longitud, y se enlista la ocurrencia de palabras del texto por orden decreciente de frecuencia, y el rango de una palabra que aparece en la lista se multiplica por esta frecuencia, es igual a la constante. La ecuación de esta relación es:

$$rXf=K$$

donde

r es el rango de la palabra,

f es la frecuencia,

k es la constante.

Zipf se interesó en otras ocurrencias de estas relaciones rango-frecuencia, y cita otras que manifiestan patrones similares incluyendo a Lotka.

Validez.

Como con las leyes de Lotka y Bradford, pocos estudios subsecuentes de la ley de Zipf muestran que no existe un ajuste idóneo entre los datos observados y los modelos teóricos. El ajuste ideal para estas leyes es relativamente fuerte en los rangos

medios y débil para los extremos (bajo y alto).

Aplicación

En general, la aplicación de esta ley es práctica para la documentación.

Se puede resaltar que existen ciertas similitudes entre estas tres leyes. Las tres están basadas en el rango-frecuencia y muestran las relaciones inversas entre éstos. Varios investigadores han sugerido que la ley de Zipf y Bradford son actualmente la misma distribución aplicadas a diferentes fenómenos.

Bookstein (14) agrega la ley de Lotka a este grupo, pues sugiere que la diferencia entre ésta y las otras, es que Bradford y Zipf enfatizan el alto rango de entidades, las revistas que contribuyen con más artículos y las palabras que ocurren más frecuentemente, anteriormente Lotka comenzó con los autores que producen un solo artículo. Bookstein puntualiza que las tres leyes están relacionadas con las distribuciones estadísticas más generales y que han observado el campo externo de la bibliometría.

6.4 Índice de citas

Un índice de citas es "una publicación secundaria que tiene como función principal facilitar el acceso a un documento" (15). Existen varios tipos de índices, y entre los más utilizados están los siguientes.

- Índices de palabras

- Indices de autores

- Indices de citas

Tanto los indices de palabras como los de autores son listas ordenadas por ambos conceptos y por demás obvios; en cambio los indices de citas son menos conocidos y en cierta forma difieren de los mencionados.

El indice de citas organiza el contenido de una colección de documentos y está basado en el concepto de que "las referencias bibliográficas de un autor a información previamente publicadas, identifica la mayor parte del trabajo que es pertinente al tema del documento actual" (16). A estas referencias es común llamarles citas bibliográficas.

Por lo tanto, en la década de los cincuenta, en estudios realizados por investigadores norteamericanos, se descubrió que las referencias son una fuente de información poderosa ya que éstas arrojan una gran cantidad de datos en el título del artículo, la revista en que aparece y en los autores.

Desde 1973 los indices de citas fueron consultados con el fin de relacionar la información anterior con la que se estaba produciendo.

El primer indice de citas como tal fue el Shepard's Citation creado por Frank Shepard (17); él diseñó una lista en la que se indican los casos legales individuales americanos, cada caso viene seguido de la historia completa escrita en un código. Sobre cada caso se da un registro de las publicaciones a que se hace referencia en el caso, decisiones cortas, y otros aspectos que un

abogado puede evaluar.

Como consecuencia de las ventajas que ofrecía éste índice en la disciplina legal, comenzó a generarse la idea de aplicarlo al campo científico.

En 1952 el Dr. Chauncey Leake (18) presidente del Committee of Consultants for the Studies of Indexes to Medical Literature inicia la supervisión del Johns Hopkins Welch Medical Library Indexing Project, patrocinado por la Armed Forces Medical Library; dicho proyecto tuvo como objetivo organizar el material de esa biblioteca. Dentro del grupo de investigadores destacaron los comentarios del Dr. Eugene Garfield, quien al analizar los artículos aparecidos en las revistas observó que se apoyaban en trabajos anteriormente realizados, y sobre todo que en las citas de éstos se encontraba una gran cantidad de información, así como que cada artículo se apoya en trabajos previamente publicados. Por lo tanto, un artículo de revista podría considerarse como una serie de datos indizados. (19)

En 1953 William C. Adair, miembro de la compañía productora del Shepard's Citation, presenta un artículo en el que sugiere al Welch Project que su compañía consideraba el método empleado por ellos, como una posible técnica de indización. (20)

Después de revisar el Shepard's Citation, Garfield considera que las citas que aparecen en las referencias bibliográficas de los artículos podrían formar parte de un índice a la literatura científica, pues no es sino hasta que en 1958 la comunidad científica comienza a manifestar su interés en la idea de

Garfield. En ese mismo año, el profesor Joshua Lederberg de la Universidad de Stanford le recomienda a Garfield que solicite apoyo económico al gobierno para realizar su proyecto, ya que por falta de recursos Garfield no podía hechar a andar su plan.

En 1960 Garfield formaliza la organización de lo que sería el Institute for Scientific Information (ISI) siendo su fundador y presidente al mismo tiempo.

Posteriormente, el ISI se convertiría en una empresa comercial de servicios de información a nivel mundial, aunque inicialmente estaba planeado sólo a nivel nacional.

Junto con los National Institutes of Health inician, en 1961, un programa para elaborar un índice en el campo de genética. Además, dicho programa se realizó para hacer algunas consideraciones generales acerca de los índices de citas:

1. ¿Debería ser un sólo índice para toda la ciencia y tecnología, o varios en general, o muchos y limitados, o cada uno enfocado a una sola disciplina?

2. ¿En qué forma es posible ordenar un índice de citas, por autor, revista, título, etc., y qué forma sería lo mejor para cada situación dada?

3. ¿Deberían los libros y reportes técnicos ser incluidos y en qué grado? (21)

En este índice se incluyeron temas multidisciplinarios con el fin de extraer de ellos lo que sería el índice sobre genética. El trabajo se preparó con el material publicado en 613 revistas y se reunieron 1.4 millares de citas multidisciplinarias de donde se

seleccionaron 266,000 citas correspondientes al área de genética.

A partir de éste índice se han elaborado otros como pruebas piloto, y que aunque no son tan amplios en cuanto a la información que incluyen, resuelven en cierta forma el problema de localización de información.

Entre éstos se encuentran algunos que proporcionan material publicado en una revista en particular; tal es el caso del Journal of the American Statistical Association, el cual es un índice acumulativo del volumen 35 al 50; su elaboración fue auspiciada por la Ford Foundation y editado en 1959. Este tiene la característica de que aparecen tanto los trabajos citados como los que citan y que fueron publicados en la mencionada revista.

Otro ejemplo es el Annals of Mathematical Statistics. El índice de citas abarcó los volúmenes del 1 al 31 y se publicó en 1962. El índice consta de una lista de artículos que se publicaron en la revista; está ordenada por autor y muestra referencias, resúmenes, y artículos que citan al artículo original.

La Bibliography of Non-parametric Statistics se publicó una sola vez en 1962; muestra qué documentos en las bibliografías citan a la revista.

Dentro de éste mismo bloque de índices de citas sobre algún título de revista se encuentra el Journal of Histochemistry and Cytochemistry; desde 1966 cada edición contiene una lista ordenada por autor, y cada artículo publicado previamente en la revista, dónde y a quién ha citado algún artículo durante el mes anterior de unas 2,200 revistas.

El Citation Index for Statistics and Probability es un ejemplo que abarca más de un título de revista, sobre un área determinada. El Dr. J. W. Tukey de la Universidad de Princeton y la National Science Foundation en 1961 prepararon este índice. La cobertura fue la relacionada con la estadística teórica y metodológica. Al inicio del proyecto sólo se abarcaron 50 revistas, después se integraron 75 más; y finalmente 150 revistas fueron las contempladas para su indización.

En 1968 la Shepard's Citation Co. elabora el Shepard's Law Review Citations. Esta publicación indiza 117 revisiones y revistas sobre leyes, con el fin de dar a conocer los artículos que fueron escritos en 1947 y que han sido citados en las revistas de 1957.

Posteriormente Ben-Ami Lipetz utiliza cuatro de ocho revistas soviéticas sobre física publicadas en inglés por el American Institute of Physics. De todas las citas detectadas, sólo se incluyó a las que fueron excesivamente utilizadas en dos revistas americanas de física. Se pretendía comparar la frecuencia con que se usan las revistas soviéticas contra las revistas americanas.

Los índices de citas pueden ser utilizados para pruebas como el caso anterior, y también para conectar a los usuarios a una base de datos. Este proyecto fue realizado por la Technical Information Project (TIP) del Massachusetts Institute of Technology. Para el proyecto se utilizó una computadora conectada a consolas y cables de teléfono a control remoto. La base de datos

consistía en recuperar bibliografías completas de artículos recientes de 25 revistas sobre física. Por medio de programas especiales los usuarios podían obtener índices de citas de todos los artículos o bien artículos de un sólo volumen de las revistas cubiertas. (22).

En general, los índices de citas permiten el acceso a cualquier documento sobre temas específicos, y son una herramienta bibliográfica de gran utilidad para investigadores, documentalistas, y bibliotecólogos, entre otros.

Como desventajas se habla de los errores u omisiones por parte de los autores para indicar una referencia, ésto cambia completamente un documento y en algunas ocasiones puede perderse; también se presta a lo que se conoce como la autocita o citar por compañerismo, y que en cierta forma influye en la credibilidad de los índices.

6.5 El Science Citation Index

El Science Citation Index (SCI) surge en 1963 tomando como base los lineamientos seguidos en la elaboración del Shepard's Citation (23). En su primera edición, el SCI abarcó disciplinas como biología, medicina, química, física, ingeniería, agricultura, tecnología, ciencias sociales, y comportamiento humano de aproximadamente 2,200 revistas.

Asimismo, se determinó incluir sin restricción todas las referencias enlistadas en artículos originales, editoriales, cartas

al editor, reportes de congresos y notas (24).

Para 1975 el SCI reunía un total de 5,446,889 citas, tomadas de 2,540 publicaciones, lo que demostraba una idea clara del acelerado crecimiento de esta herramienta bibliográfica.

En 1990 el SCI ya tenía una cobertura de 7,000 revistas científicas (25) de las más de setenta mil que existen en el mundo.

Sin embargo, se considera que el SCI es altamente selectivo en la medida en que sólo incluye las revistas científicas más utilizadas en el mundo, ésto es, las que publican los artículos citados con más frecuencia (26); dejando de lado algunas revistas científicas de países en vías de desarrollo.

El SCI está conformado por el Citation Index, el Source Index, el Permuterm Index y como suplemento el Journal Citation Reports.

En el Citation Index se encuentran ordenados alfabéticamente los nombres de los primeros autores citados. Dentro de cada autor citado, las citas se arreglan cronológicamente. Este orden permite localizar rápidamente los artículos citados del autor, los años en que fueron publicados y el número de citas de cada artículo, además de las citas totales que ha tenido durante un determinado año.

El Source Index está ordenado alfabéticamente por los nombres de los autores que han publicado algún artículo en las revistas que cubre el índice durante el año; menciona también, el título del artículo y la revista donde se publicó (27).

El Permuterm Index, el nombre de este índice es una

combinación de "permutación" y "term", en éste se pueden relacionar dos palabras significativas tomadas de los títulos de los artículos incluidos en el Source Index, formando así, el mayor número posible de pares; es decir relacionándolos. Aquí podemos mencionar al Kwic y kwoc, los cuales emplean la misma estructura, ya que el kwic utiliza las palabras clave que se hallan en el título y dentro del texto y, los kwoc incluyen además palabras que no figuran en el texto.

Finalmente el Journal Citation Reports (JCR) es un índice de revistas basado en un grupo de citas indizadas utilizando la revista como la clave de entrada. El primer JCR apareció en 1979 con un análisis de 1969 referencias. Se usa para conocer el impacto que tiene una revista determinada a nivel mundial (28)

Por otro lado, en 1973 se inició la publicación del Social Sciences Citation Index, el cual está especializado en ciencias sociales y humanidades; comprende disciplinas como arqueología, antropología, administración, contaduría, comunicación, criminología, salud pública, demografía economía, educación, geografía, historia, bibliotecología, ciencias de la información, leyes, lingüística, mercadotecnia, filosofía, ciencias políticas, sociología y estadística, entre otros.

Existen otros índices que cubren otras áreas del conocimiento, por ejemplo, el Index to Scientific and Technical Proceeding, Arts and Humanities Index. Sin embargo, el que nos ocupa es sólo el SCI.

6.6 Análisis de citas.

Las dos guerras mundiales marcaron la pauta para desarrollar la ciencia y la tecnología, aunque al principio, el objetivo principal se enfocó a la guerra armamentista, poco a poco se definió en una forma paralela de investigación dirigida a otras áreas.

En consecuencia, comenzó a palpase un aumento considerable de información científica en todas las áreas de tal manera que a los científicos les era imposible conocer qué temas se estaban trabajando en otras instituciones.

En los países desarrollados se inicia la "explosión" del conocimiento científico a partir de la segunda guerra mundial debido al incremento en gastos de inversión dedicados a la investigación, para años más tarde presentarse la "implosión" de la información a raíz de la introducción de las computadoras para organizar los productos de la actividad científica". (29)

Es así que, la aparición del SCI ha hecho posible sistematizar el procedimiento de controlar la información de valor para los científicos.

De Solla Price (30) afirma que el valor de un artículo científico puede ser medido por la influencia que tiene sobre otros, y el índice de citas provee una medida de impacto de artículos, autores y revistas.

El análisis de citas ha evolucionado por la invención de nuevas técnicas y medidas, la explotación de nuevas herramientas y

el estudio de las diferentes unidades de análisis. Esta tendencia ha originado un rápido crecimiento, tanto en el número como en el tipo de estudios que usan el análisis de citas.

La técnica más usual para cuantificar las citas es determinar la cantidad de citas que ha recibido un documento o un grupo de documentos durante un período por un grupo en particular. Cuando se aplica dicha cuantificación a los artículos que aparecen en una revista específica puede pulirse el estudio al calcular el factor de impacto. (31)

Cualquier individuo se muestra satisfecho al saber que su trabajo ha tenido algún impacto. En muchos casos es difícil medir con precisión ésto, el SCI por lo menos permite una estimación de su uso. (32)

La técnica de la cuantificación de citas no es nueva, surgió en 1927 cuando los ingleses Gross y Gross la aplicaron para localizar las revistas más citadas que aparecieron en el Journal of the American Chemical Society con el fin de medir el comportamiento de la literatura científica a través de listas ordenadas de acuerdo con el número de citas contabilizadas.

Esta técnica se conoce también como el método de Gross y Gross; estos estudios han sido continuados por otros autores como Brown, Garfield, Martyn, Price, etc. (33)

Existen varias técnicas en el análisis de citas, entre las siguientes:

CITAS. Las citas son el reconocimiento a los trabajos previamente elaborados. Los estudios de citas contemplan la

cuantificación del número de citas derivadas del SCI hacia un documento en particular, así como también elementos bibliográficos, por un periodo de años después de su publicación.

Pinsky y Narin (34), han refinado la cuantificación de citas, ellos tomaron en cuenta la longitud del artículo, el prestigio de la revista que cita y las diferentes características de las referencias y de los diferentes segmentos de la literatura.

CITAS EN COMUN. Los estudios de las citas en común fueron iniciados por Marshakova (35) y Small (36). Ellos se basaron en dos conceptos:

1) Cuando dos artículos se citan juntos por un tercero, entonces existe una relación cognoscitiva entre ellos.

2) El grado de esta relación es proporcional a la frecuencia de la unión de citas en común.

AUTOCITAS. Las autocitas según Tagliacozzo (37) son un atributo común y fundamental entre dos artículos científicos y su función no es esencialmente diferente de las demás formas de citar, porque una autocita está hecha para relacionar un trabajo con otro.

Los autores tienden a citar sus propios trabajos, más que los trabajos de otros autores. Una persona que publica mucho tiende a autocitarse mucho.

PALABRAS EN COMUN. Las palabras en común; esta metodología la desarrolló el Centre Sociologie de L'Innovation, en París. Se trata del análisis de documentos para identificar las palabras clave que describen el contenido de la investigación y de la unión de documentos por grado de ocurrencia en común de estas palabras

clave, para producir un "proyecto de índice" de una especialidad. Muchas revistas y servicios de resúmenes proporcionan dichas palabras clave. También es empleado para elaborar tesauros.

ENLACE BIBLIOGRAFICO. El enlace bibliográfico, según Kessler (38) se basa en el concepto de que si dos publicaciones comparten una o más referencias, entonces existe un enlace bibliográfico. También demostró que los artículos enlazados de la Physics Review estaban a menudo relacionados por materias, por lo tanto, había un alto grado de enlace, ésto es, el número de referencias en común.

La cuantificación de citas y el enlace bibliográfico fueron las técnicas de análisis empleadas en los años sesenta y en los setenta, es decir, dos décadas en las que tuvo gran auge el análisis de citas en común.

Las citas son indicadores que proporcionan una medida objetiva de productividad, calidad, utilidad, repercusión, relevancia, eficiencia o impacto de las contribuciones científicas. Sin embargo, el hecho de que un científico no sea citado no significa necesariamente que sea malo, pues existen ciertos factores que influyen: cuando publica en una revista local que no llega a la base de datos para su registro; el investigador no es muy conocido, acaba de incursionar en otra línea de investigación, o bien existen barreras políticas, lingüísticas y geográficas, entre otras.

Tanto E. Garfield (39) como M. Weinstock (40) enlistan las razones por las cuales se citan los documentos:

- 1) Rendir homenaje a precursores.
- 2) Dar crédito a trabajos relevantes.
- 3) Identificar métodos, equipo, etc.
- 4) Proporcionar lecturas adicionales.
- 5) Corregir el propio trabajo.
- 6) Modificar las investigaciones de otros.
- 7) Criticar investigaciones previas.
- 8) Establecer reclamaciones.
- 9) Alertar sobre futuras apariciones de trabajos.
- 10) Dar prioridad a contribuciones poco conocidas (diseminados, indizados y no citados).
- 11) Facilitar datos y clases originales de hechos (constantes físicos en las que una idea o concepto fue discutido).
- 12) Identificar publicaciones originales.
- 13) Identificar la publicación original que describe un concepto o término eponímico, por ejemplo, Enfermedad de Parkinson, ley de Bradford, Síndrome de Dawn, etc.
- 14) Rechazar los trabajos e ideas de otros.
- 15) Disputar prioridades y reclamaciones de otros.

Frecuentemente las citas se reciben porque el autor citado:

- Está en un grupo determinado
- Se está atacando su trabajo, o

- Se está apoyando su trabajo.

y en general, el valor de las citas es positivo para los investigadores, ya que de una forma u otra su trabajo es utilizado por sus pares.

El análisis de citas involucra la cuantificación del número de citas derivadas del SCI, recibidas por un artículo en particular durante un periodo de años después de su publicación.

REFERENCIAS

1. Bibliometrics, history of the development of ideas in".
p. 144. -- Encyclopedia of Library and Information
Science. -- Vol. 42. suppl. 7 1985
2. Ibid.
3. POTTER, W. G. "Of. making many books there is not
and bibliometrics and libraries".. -- p. 238a - 138c. --
Journal Academic Librarianship. -- Vol. 14, No. 4
(1988)
4. LAWANI, S.M. "Bibliometrics its theoretical foundations,
methods and applications". -- p. 294-315. -- Libri.
Vol. 31, No. 4, 1981
5. Ibid p. 300
6. Ibid p. 295
7. Ibid p. 294
8. KING, j. "A review of bibliometrics and other science:
indicators and their role in research evaluation". --
p. 261-276. -- Journal of Information Science. --
Vol. 13, No. 5 (1987)
9. GARFIELD, E., MALIN, M. V., SMALL, H. "Citation data
as science indicators". -- p. 581. -- Essays of an
Information Scientist. -- Vol. 6, (1983)

10. LICEA DE ARENAS, Judith. Comunicación personal.
11. LOPEZ CALIFI, J. S. ; de la Guardia, M. "Estudio bibliométrico de la literatura científica, sobre la determinación de elementos metálicos en aceites lubricantes". -- p. 201-2. -- Revista Española de Documentación. -- Vol. 8, No. 3, (1985)
12. "Bradford's law and related statistical patterns". -- p. 480. -- Current Contents. -- Vol. 23, No. 19 (1980)
13. PEREZ ALVAREZ OSORIO, J.R. "Análisis estadístico de la producción científica una nueva ciencia : la bibliometría. -- Introducción a la información y documentación científica. - - Madrid: Alhambra, 1988.-- p. 22
14. GARFIELD, E. Science indexing : its theory and application in sciences, technology and humanities. -- Philadelphia : ISI press, 1989. -- p. 7
15. ROBLES GLENN, J. "La investigación mexicana y los índices extranjeros de información". -- Anuario de Bibliotecología y Archivología. -- p. 47-100 -- Vol. 5 (1983)
16. Ibid p. 48
17. GARFIELD, E. "Citation indexes for science : a new dimension in documentation through association of ideas". -- p. 108-11 -- Science. -- Vol. 122 (1955)
18. WEINSTOCK, M. "Citation indexes". -- Encyclopedia of library and information science. -- p. 19-40. -- Vol. 5 (1971)

19. Ibid.
20. Ibid. p. 20
21. Ibid.
22. Ibid. p. 22
23. GARFIELD, E. Citation indexing : its theory and application in science, technology, and humanities . -- Philadelphia, ISI Press, 1983. -- p. 18
24. Ibid. p. 19
25. ----- "How ISI selects journals for coverage : quantitative and qualitative considerations". -- p. 61. -- Current contents -- Vol. 33, No. 22 (1990)
26. GALLARD, J. "¿Es visible la ciencia del tercer mundo?". -- p. 764-8. -- Mundo científico. -- Vol. 9, No. 93
27. (15) Op. cit p. 49-50
28. GARFIELD, E. "Significant journals of science". -- p. 609. -- Nature. -- Vol. 264, No. 5587 (1976)
29. LICEA DE ARENAS, J. Indicadores de actividad científica universitaria en el área de la salud. -- México : UNAM, 1990. -- p. 7 (Cuadernos del CESU ; 19)
30. MARGOLIS J. "Citation indexing and evaluation of scientific papers". -- p. 1213-1219 -- Science. -- Vol. 155 (1987)
31. SMITH, L. C. "Citation analysis". -- p. 81-97. Library trends. -- Vol. 30, No. 1 (1981)

34. GARFIELD, E. "Citation classics and citation behavior revisited". -- p. 3-8. -- Current contents. -- Vol. 32, No. 5 (1989)
33. (8) Op. cit.
34. (31) Op. cit.
35. SMALL, H. "Cocitation in the scientific literature : a new measure of the relationship between two documents" -- p. 265-9. -- Journal of the American Society for Information Science. -- Vol. 24 (1973)
36. Ibid.
37. FONSECA DA MOTTA, D. "Validade de análise de citação como indicador de qualidade da produção científica: uma revisão". -- p. 53-9. -- Inf. Brasília. Vol. 12, No. 1 (1983)
38. Kessler M.M. "Bibliographic coupling between scientific papers". -- p. 10-25. -- American Documentation. -- Vol. 14 (1963)
39. (14) Op. cit. p. 84
40. (18) Op. cit. p. 19

7 MATERIALES Y METODOS

Para la realización de esta tesis, se siguieron los siguientes pasos:

- Una compilación de los trabajos de los investigadores en el periodo de 1978-1981, compilación manual que fue realizada por el personal académico de la Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

- Diseño de una base de datos (BIOMED) con el paquete MICROISIS, que incluyó los siguientes campos:

AÑO: En este campo se captó el año en que se publicó el documento (artículo, libro, capítulo de libro, congreso, conferencia, patente, etc.).

AUTORES: para la captura del autor o autores se tomaron en cuenta todos y cada uno de ellos en el orden en que aparecían en el documento, anotando los apellidos completos, si se tenían, y únicamente la inicial del nombre en mayúsculas compactas. En caso de que apareciera más de un autor se separaba por punto y coma.

EDITOR/COMPILADOR: se desarrolló este campo solamente para las monografías. Se utilizó cuando algún investigador del Instituto participaba como editor, compilador o traductor. Se anotó en la mención de responsabilidad el apellido o apellidos completos seguidos de la inicial del nombre, con mayúsculas compactas.

TITULO: se registró según como aparecía en el documento, con las diferentes puntuaciones necesarias para mayor comprensión.

FUENTE: en el caso de artículos, los títulos de las revistas se tomaron en cuenta las abreviaturas utilizadas por el Index Medicus y BIOSIS, omitiendo la puntuación.

Para el registro de la referencia completa se tomó como base el orden que sigue el Index Medicus: fuente, año, volumen y páginas, excluyendo el número del fascículo.

CAPITULO DE UN LIBRO: en este tipo de documento el asiento se hizo por el autor o autores del capítulo, título, editores o compiladores, título del libro completo y pie de imprenta.

LIBRO COMPLETO: para este tipo de documento se registraron el autor o autores, título y pie de imprenta.

CONFERENCIAS, CONGRESOS, ETC.: al igual que en los capítulos de libros se anotaron los autores de dicha conferencia seguidos del título de la misma.

NOTAS: este campo quedó para anotar algún dato o nota explicativa que en forma breve aclarará sobre alguno de los campos.

DEPARTAMENTO: para el llenado de este campo se investigó en informes de la UNAM, del Intituto, en currícula de los investigadores, entre otros, al investigador que durante el período de 1942 a 1988 estuvo adscrito al Instituto. La captura de este campo se realizó abreviando el nombre del departamento de la siguiente forma:

BB- Biofísica y Biomatemáticas

BD- Biología del Desarrollo

BM- Biología Molecular

B- Biotecnología

F- Fisiología
I- Inmunología

TIPO DE DOCUMENTOS: Se utilizó la siguiente tipología:

AR- Artículo
CA- Capítulo de libro
LI- Libro
PA- Patente
SI- Simposio, congreso, etc.
TR- Trabajo de revisión

IDIOMA: En este campo se anotó el idioma en que está escrito el documento distinguiéndolo según las siguientes claves:

ES- Español
IN- Inglés
AL- Alemán
PO- Portugués
RU- Ruso
IT- Italiano
OT- Otros

ORIGEN: Se identificó el origen del documento, teniendo dos opciones a elegir: Nacional (NAL) o Foráneo (FOR).

También se utilizaron los siguientes documentos para el acopio de los datos:

- Los currícula de los investigadores.

- Informes de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Informes del Instituto de Investigaciones Biomédicas.
- El Boletín de Estudios Médicos y Biológicos.

Todos estos materiales ayudaron a la compilación de los trabajos publicados. La recopilación física de los trabajos se hizo a través de préstamos interbibliotecarios, directamente con el investigador o en el acervo de la biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

Los datos bibliográficos de cada documento, así como el departamento al cual pertenecían los autores fueron vaciados a fichas de 13x20 cm. con la ayuda de un listado preliminar de la base de datos BIOMED. Dichas tarjetas formaron un catálogo de 124 referencias correspondientes a la producción del quehacer académico del personal adscrito al Departamento de Biotecnología; se colocaron en orden alfabético y cronológico para llevar a cabo la búsqueda en el Science Citation Index, en su versión impresa de 1961 a 1990. Se revisaron los índices anuales de 1961 a 1989 y los bimestrales de 1990.

Cada cita hallada se fotocopió y se anexó a la ficha correspondiente. Se encontró que del total de 123 documentos generados en el Departamento, 41 de estos fueron citados con un total de 146 citas.

Los documentos citados fueron analizados conforme a las siguientes variables:

Año de publicación

Tipo de documento

Título de la revista

Idioma

Lugar de origen

Autoría individual y colectiva

Publicaciones científicas y de divulgación

Al concluir esta búsqueda en el SCI se cuantificaron las diversas variables.

Cabe señalar, sin embargo, que algunos de los investigadores ya no están adscritos al Departamento de Biotecnología, sin embargo sí lo estuvieron en el período que se analiza.

En las tablas de producción de autoría colectiva y las redes de colaboración sólo se incluyeron los autores que pertenecen al Departamento y a sus colaboradores.

8 RESULTADOS

Se reunieron un total de 123 trabajos publicados por los investigadores del Departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México en el periodo de 1972 a 1990. De éstos fueron 69 artículos de revista (56.6%), capítulos de libros 26 (20.1%) y presentaciones en congresos, conferencias, etc. (N=19) y libros 9 (7.7%). (Fig. 1 y Tabla 2)

Se encontró que los trabajos fueron publicados principalmente en revistas nacionales (58%) y en revistas foráneas (42%). (Fig. 2)

El personal del departamento publicó un total de 9 libros, 8 de ellos en español y 1 en inglés. (Tabla 2)

En cuanto al idioma de publicación de los documentos generados por los investigadores del Departamento, sólo fueron dos: el español con (61%) y el inglés (39%). (Figura 3)

Veintiseis capítulos de libros se publicaron en este periodo. (Tabla 3)

Los artículos publicados de 1972 a 1990 con sus respectivas citas, se presentan en la fig. 4, destacando el año de 1972 con el menor número de artículos publicados y el mayor número de citas recibidas.

En la tabla 4 se presentan los títulos completos de los trabajos que los investigadores produjeron para congresos,

conferencias, etc.

Los títulos de las revistas nacionales y extranjeras citadas y no citadas en las que publicaron los investigadores sumaron 13 títulos las primeras y 25 las segundas. En la categoría de revistas nacionales el Boletín Médico del Hospital Infantil de México publicó 1 artículo y recibió 2 citas y el Boletín de Estudios Médicos y Biológicos que publica el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, publicó 4 artículos y no obtuvo cita alguna. De las revistas extranjeras sobresalió el Journal of Bacteriology que publicó 1 artículo y acumuló 30 citas. (Tabla 5 y 6)

En total son 19 revistas que publicaron 28 artículos citados. (Tabla 5)

En la tabla 6 se encuentran las 19 revistas que publicaron 29 artículos no citados.

En la tabla 7 encontramos las revistas por país de origen. Fueron 25 los títulos de las revistas extranjeras, publicadas principalmente en Estados Unidos (N=23). Las revistas de Estados Unidos acumularon 136 citas y publicaron 43 artículos.

Las revistas nacionales publicaron 22 artículos y recibieron 2 citas. Fueron las únicas citas que se lograron a nivel nacional.

En los intervalos entre la publicación de un artículo y su primera cita se encuentra el Biochemical and Biophysical Research Communications con el mayor intervalo, que fue de 14 años y 2 citas recibidas, siguiéndole Biotechnology Bioengineering con 9 años y 1 cita. (Tabla 8)

Los investigadores que publicaron artículos en autoría individual, en orden decreciente, fueron R. Quintero que publicó 5 artículos siendo el investigador que más publica artículos científicos individualmente, seguido por C. Huitrón Vargas y J. E. Herz con 3 y 2 artículos respectivamente; R. Pérez Nonfort publicó 1 artículo que recibió 2 citas. Estos 3 últimos autores fueron los únicos que publicaron trabajos que fueron citados. (Tabla 9)

El grupo de investigadores que escriben en coautoría fue más numeroso que el de los investigadores que publicaron en autoría individual. El autor que publicó más artículos científicos en coautoría fue S. Sánchez con 7 artículos publicados y 67 citas recibidas. (Tabla 10)

Con respecto a los investigadores del Departamento de Biotecnología que publicaron con investigadores de otros departamentos se encuentran Farrés, A. que escribió con Bolívar, F. del Departamento de Inmunología con 1 artículo y 0 citas recibidas y Limón Lasón, J. que escribió con Lara, M. del Departamento de Biología Molecular con 1 artículo y 2 citas recibidas. (Tabla 11)

En la tabla 12 se pueden apreciar los investigadores citados y citantes, siendo Sánchez, S. el investigador más citado y con el mayor número de investigadores que lo citaron. Recibió un total de 67 citas y 2 autocitas.

Las autocitas y las revistas donde publicaron los artículos citados hubo un total de 17 autocitas; el Journal Bacteriology que reunió 7 autocitas de la autoría de Sergio Sánchez. (Tabla 13)

Finalmente, se presentan las redes de colaboración de los investigadores del Departamento de Biotecnología en el que se hace el seguimiento individual a cada uno de ellos. (Figura 5-5.24)

9 DISCUSION

En esta investigación sobre el Departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM se reunió su producción científica desde su creación en 1972 hasta 1990. Se pudieron apreciar ciertas limitaciones ya que algunos trabajos no se pudieron localizar físicamente y por lo tanto no se incluyeron.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el Departamento se generaron, de 1972 a 1990, 123 artículos y el registro de 7 patentes. Para esto se debe tener en cuenta que el Departamento sólo tiene 18 años de vida y, además, la Biotecnología también está dando sus primeros pasos.

De los 123 artículos publicados sólo 41 fueron citados, esto posiblemente se debe a que la mayoría de los documentos analizados fueron publicados en revistas nacionales y muy pocos de estos títulos están incorporados en los índices internacionales. Los índices de citas analizan cerca de 3, 500 publicaciones periódicas de las aproximadamente 100, 000 que se publican a nivel mundial, por lo tanto los investigadores son los afectados ya que sus artículos no alcanzan visibilidad.

En cuanto al origen de los documentos, el 42% fue foráneo, lo cual indica que los productos de estas investigaciones son aceptadas tanto a nivel nacional como internacional.

Dado que los investigadores publicaron principalmente artículos científicos (56.6%), se deduce que éstos son el más

importante canal de comunicación entre ellos.

Los investigadores tienen una cierta tendencia; a autocitarse un 4.1% de las citas identificadas fueron hechas por coautores.

Las revistas que más artículos publicaron no fueron necesariamente las más citadas, por lo que se puede decir que un sólo trabajo de calidad es más importante que muchos trabajos sin calidad. Un ejemplo es Sergio Sánchez que con un solo artículo obtuvo 30 citas.

En cuanto a las publicaciones nacionales, 13 de ellas recibieron sólo 2 citas. Entre ellas se encuentra el Boletín de Estudios Médicos y Biológicos que edita el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, con 4 artículos publicados y ninguna cita.

El periodo en que un artículo recibe el mayor número de citas va de dos a cuatro años después de su publicación.

Por último, los investigadores escriben más en coautoría que en autoría, por lo que se puede decir que éstos tienden a trabajar en forma grupal.

FIGURA 1
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE PUBLICACIONES
SEGUN TIPO DE DOCUMENTO

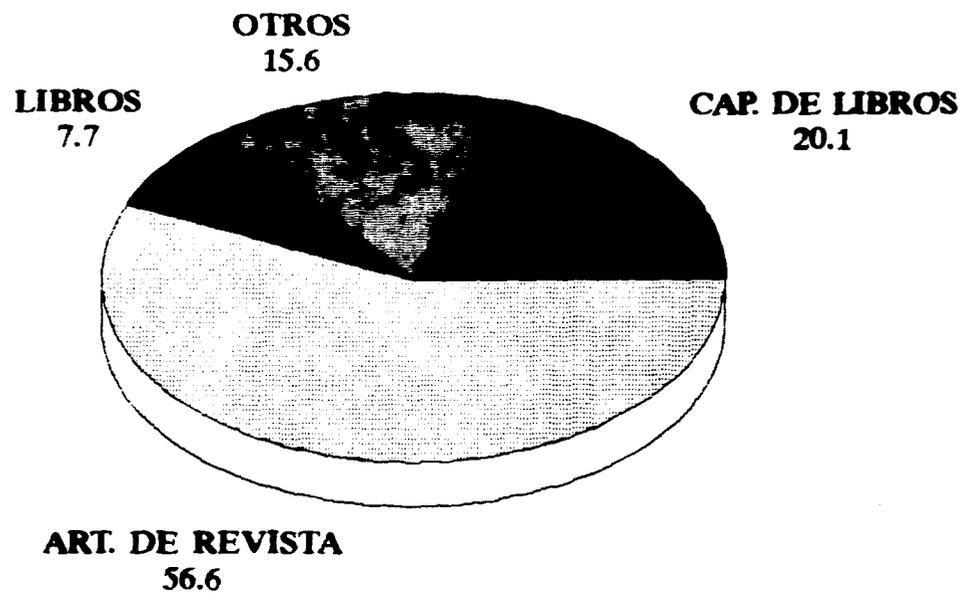
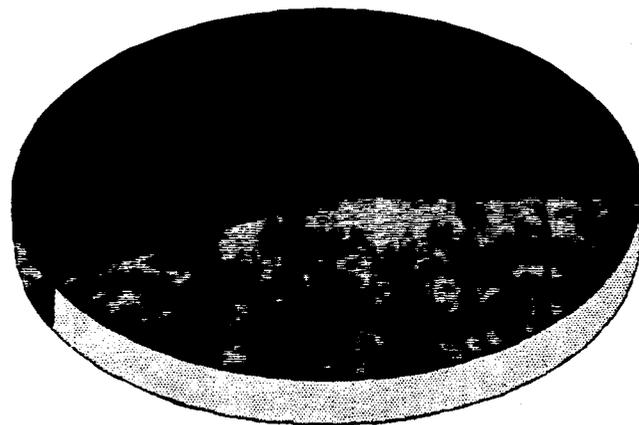


TABLA 1
DISTRIBUCION DE LOS DOCUMENTOS SEGUN
SU TIPOLOGIA E IDIOMA DE PUBLICACION

IDIOMA	ARTICULOS DE REVISTA	CAPITULOS DE LIBROS	OTROS	LIBROS	TOTAL	%
ESPAÑOL	28	23	17	8	76	61
INGLES	41	3	2	1	47	39
TOTAL	69	26	19	9	123	100

FIGURA 2
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS
DOCUMENTOS, SEGUN SU ORIGEN

NACIONALES
58



FORANEOS
42

TABLA 2

TITULOS DE LOS LIBROS PUBLICADOS POR LOS INVESTIGADORES

TITULOS

1. Apoyo para complementar la infraestructura de una unidad de escalamiento para el desarrollo de procesos biotecnológicos en el Instituto de Investigaciones Biomédicas
2. Bioquímica y microbiología de la leche
3. Biotecnología de enzimas
4. Catálogo de la colección de cultivos microbianos
5. Informe técnico final del addendum al contrato de desarrollo tecnológico para la obtención de colorantes del betabel
6. Ingeniería bioquímica: teoría y aplicaciones
7. Nuevos ingredientes en sustituto de leche
8. Nitrogen source control of microbial processes
9. Tecnología enzimática: aplicaciones en alimentos y medicinas

FIGURA 3
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS DOCUMENTOS
DE ACUERDO CON SU IDIOMA DE PUBLICACION

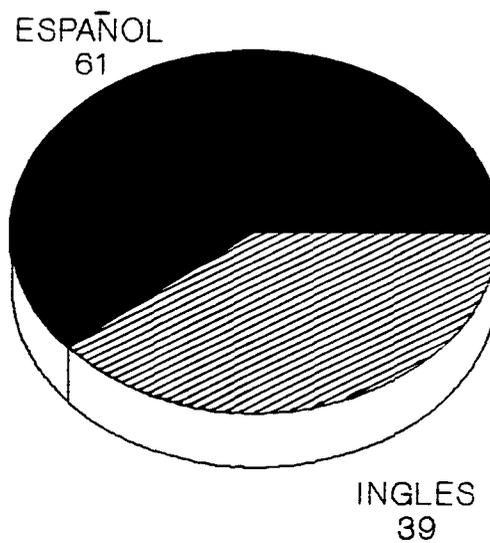


TABLA 3

TITULOS DE LOS CAPITULOS DE LIBROS PUBLICADOS POR LOS INVESTIGADORES

TITULOS	No.
Biotecnología de enzimas	12
Tecnología enzimática: aplicaciones en alimentos y medicina	4
Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos	2
Aminoácidos y péptidos en investigación de funciones nerviosas	1
Biological, biochemical and biomedical aspects of actinomycetes	1
La biotecnología de productos lácteos	1
Caminos de la biología fundamental	1
Mensaje bioquímico	1
Molecules, cells and parasites in immunology	1
Nitrogen source control of microbial processes	1
La utilización de los recursos celulósicos en la alimentación animal	1
TOTAL	26

FIGURA 4
DISTRIBUCION DE LOS ART. CIENTIFICOS
SEGUN AÑOS DE PUBLICACION Y CITAS RECIBIDAS
1972-1990

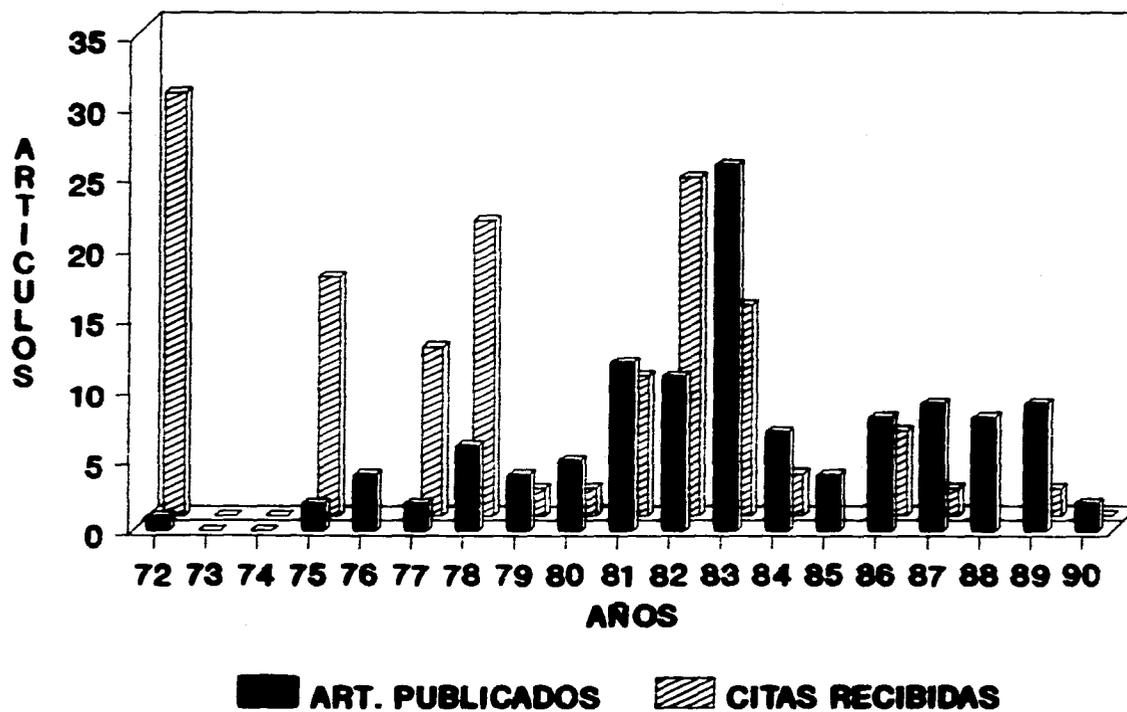


TABLA 4

PRODUCCION DE LOS INVESTIGADORES APARECIDA EN FUENTES DIVERSAS

TITULOS	No.
Congreso de investigación biomédica básica (2a : 1980 : México)	6
Curso de biotecnología aplicada a la elaboración de saborizantes	5
Reporte de investigación para Productos Químicos Vegetales Mexicanos PROQUIVEMEX	1
Curso avanzado en biotecnología (1o. : 1979 : México)	1
Global impacts of applied microbiology : 6th International Conference	1
Manual de Biogas (1er curso Latinoamericano de Biogas)	1
Memoria del Simposium La investigación, el Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1980	1
Premio Universidad Nacional 1987: entrevistas	1
Seminario-Taller de análisis del programa de medicina general integral	1
Symposium of Food Process Engineering	1
TOTAL	19

TABLA 5
REVISTAS CITADAS POR PAIS DE ORIGEN

REVISTAS	LUGAR DE PUBLICACION	ARTICULOS PUBLICADOS	CITAS RECIBIDAS	CITAS (8)
1. J Bacteriol	Estados Unidos	1	30	22.5
2. Biotechnol Bioeng	Estados Unidos	3	18	12.6
3. Biochem Bioph Res Co	Estados Unidos	2	17	11.8
4. Appl Microbiol	Estados Unidos	1	17	11.8
5. Eur J Appl Microbiol	Estados Unidos	1	10	7.0
6. Steroids	Estados Unidos	4	7	4.9
7. Enz Microb Technol	Estados Unidos	2	6	4.2
8. Appl Env Microbiol	Estados Unidos	3	5	2.2
9. J Gen Microbiol	Estados Unidos	2	5	3.5
10. Adv Biotechnol	Estados Unidos	1	5	3.5
11. Biotechnol Lett	Estados Unidos	5	4	2.8
12. Rev Tecnol Aliment	Estados Unidos	4	3	2.1
13. Dev Ind Microbiol	Estados Unidos	3	3	2.1
14. Ann Ny Acad Sci	Estados Unidos	1	3	2.1
15. J Dairy Sci	Estados Unidos	2	1	0.7
16. Mycologia	Estados Unidos	1	1	0.7
17. Oppi Briefs	Estados Unidos	1	1	0.7
18. Cuban J Agric Sci	Cuba	3	2	1.4
19. Bol Med Hosp Inf Méx	México	1	2	1.4
TOTAL		41	140	100.0

TABLA 6
REVISTAS NO CITADAS POR PAIS DE ORIGEN

REVISTAS	LUGAR DE PUBLICACION	ARTICULOS PUBLICADOS	CITAS RECIBIDAS	CITAS (%)
1. Bol Of Sanit Panam	Estados Unidos	1	-	0.0
2. Enzyme Eng	Estados Unidos	1	-	0.0
3. Fems Microbiol Lett	Estados Unidos	1	-	0.0
4. I&EC Product Res Dev	Estados Unidos	1	-	0.0
5. Peq Med Int	Estados Unidos	1	-	0.0
6. Nutr Rep Int	Estados Unidos	1	-	0.0
7. Rev Cub Cienc Agric	Cuba	1	-	0.0
8. Bol Educ Bioquím Méx	México	5	-	0.0
9. Bol Estud Med Biol	México	4	-	0.0
10. Inf Cient Tecnol	México	2	-	0.0
11. Rev Soc Quím Méx	México	2	-	0.0
12. Ciencia y Desarrollo	México	1	-	0.0
13. Cienc Vet Méx	México	1	-	0.0
14. Adv Med Vet	México	1	-	0.0
15. Indust Aliment Méx	México	1	-	0.0
16. Rev Lat Méx	México	1	-	0.0
17. Rev Lat Microbiol	México	1	-	0.0
18. Rev Méx Cienc Farm	México	1	-	0.0
19. Rev Vet Méx	México	1	-	0.0
TOTAL		28	0	0.0

TABLA 7
DISTRIBUCION DE LAS REVISTAS
POR PAIS DE ORIGEN

PAIS	ARTICULOS PUBLICADOS	TOTAL CITAS	No. DE TITULOS	% TOTAL CITAS
Estados Unidos	43	136	23	96.47
México	22	2	13	1.40
Cuba	4	2	2	1.40
TOTAL	69	140	38	100%

TABLA 8

INTERVALOS ENTRE LA PUBLICACION DE UN ARTICULO Y SU PRIMERA CITA

REVISTAS	AÑO PUBLICACION	AÑO 1o. CITA	TOTAL DE ARTICULOS	INTERVALO (AÑOS)	TOTAL DE CITAS RECIBIDAS	AUTO CITAS
Adv Biotechnol	1981	1981	5	0	5	0
Ann Ny Acad Sci	1984	1987	3	4	3	0
Appl Env Microbiol	1978	1980		3	3	
	1978	1980	5	3	2	0
Appl Microbiol	1975	1977	17	3	17	0
Biochem Biophys Res Co	1977	1990		14	2	
	1982	1982	17	0	15	1
Biotechnol Bioeng	1978	1979		2	13	
	1978	1986		9	1	
	1982	1985	18	4	4	3
Biotechnol Lett	1983	1983		0	2	
	1989	1990	4	2	2	2
Bol Med Hosp Infant Méx	1978	1980	2	3	2	0
Cuban J Agric Sci	1979	1980	2	2	2	0
Dev Ind Microbiol	1983	1985	3	3	3	0
Enzyme Microbiol Technol	1986	1987		2	5	
	1987	1988	6	2	1	2
Eur J Appl Microbiol	1977	1978	10	2	10	0
J Bacteriol	1972	1972	30	0	30	7
J Dairy Sci	1987	1990	1	4	1	1
J Gen Microbiol	1982	1985	5	4	5	1
Mycologia	1986	1987	1	2	1	0
Oppl Briefs	1981	1981	1	0	1	0
Rev Tecnol Aliment	1981	1981	3	0	3	0
Steroids	1983	1986		4	3	
	1983	1987		5	3	
	1983	1987	7	5	1	1
TOTAL						18

TABLA 9

INVESTIGADORES QUE PUBLICARON ARTICULOS EN AUTORIA INDIVIDUAL

INVESTIGADORES	ARTICULOS	CITAS RECIBIDAS
1. Ayala Lopez, AI	1	-
2. Casas Torres, L	1	-
3. Colomer Gould, V	1	-
4. Díaz Castañeda, M	1	-
5. García Rubio Granados, A	1	-
6. Gilbon Acevedo, A	1	-
7. <u>Herz, JE*</u>	2	1
8. <u>Huitrón, C*</u>	3	1
9. Larios de Anda, G	1	-
10. Maldonado, M	1	-
11. Ortiz Jiménez, MA	1	-
12. Pérez Gavilán Escalante, P	1	-
13. Pérez Gavilán Escalante, JP	1	-
14. <u>Pérez Monfort, R*</u>	1	2
15. Quintero, R	5	-
16. Sánchez, S	1	-
TOTAL	23	4

* Investigadores que fueron citados

TABLA 10
INVESTIGADORES QUE PUBLICARON EN COAUTORIA

INVESTIGADORES	No. DE ARTICULOS PUBLICADOS	No. DE CITAS RECIBIDAS	AUTOCITAS
1. Sánchez, S	7	67	2
2. Huitrón, C	5	17	
3. Lara, F	2	15	
4. Aguilar, G	3	6	1
5. Herz, JE	6	5	1
6. Escalante, L	1	5	
7. Gilbón, A	3	4	1
8. Blancas, A	1	4	1
9. Saval, S	2	3	
10. Watson, TG	1	3	
11. Alvarez, R	2	2	
12. Calderón, E	1	2	
13. Larios, G	2	2	
14. Limón Lasón, J	1	2	
15. Pérez Mendoza, JL	1	2	
16. Díaz Castañeda, M	3	1	
17. Pérez Gavilán, P	6	-	
18. Farres, A	4	-	
19. Flores, LE	2	-	
20. Mateos, RC	2	-	
21. Avila, A	1	-	
22. Espinosa, E	1	-	
23. Espinosa, MT	1	-	
24. García González, R	1	-	
25. García Hernández, F	1	-	
26. Islas, L	1	-	
27. Jara, WA	1	-	
28. Kaufman, C	1	-	
29. Maldonado, M	1	-	
30. Paredes, L	1	-	
31. Peschard Mariscal, E	1	-	
32. Santana Castillo, L	1	-	
33. Schwartz, R	1	-	
TOTAL	68	140	6

TABLA 11

INVESTIGADORES DEL DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA QUE
PUBLICARON CON INVESTIGADORES DE OTROS DEPARTAMENTOS

INVESTIGADOR	DEPARTAMENTO	INVESTIGADOR	DEPARTAMENTO	ARTICULOS	CITAS RECIBIDAS
Farres, A	Biotecnología	Bolivar, F	Inmunología	1	-
Limón Lasón, J	Biotecnología	Lara, M	Biología Molecular	1	2
TOTAL				2	2

TABLA 12
 INVESTIGADORES CITADOS Y QUIENES LOS CITARON

INVESTIGADORES CITADOS	TOTAL CITAS	INVESTIGADORES QUE LOS CITARON	No. DE CITAS	REVISTAS	AUTOCITAS		
1. Aguilar, G	6	Larios, G	1				
		Sakellar, G	1				
		Whitehea, FA	1				
		Aguilar, G	1	ENZYME MICR	1		
		Solis, S	1				
		Anonimo	1				
2. Alvarez, R	2	Morris, JW	1				
		Viniegra, G	1				
3. Blancas, A	4	Blancas, A	1	BIOTECH BIO	1		
		Huitron, C	1				
		Nobel, PS	1				
		Aguilar, G	1				
4. Calderón, E	2	Avendaño, LF	2				
5. Díaz Castañeda, M	1	Cruywage, CW	1				
6. Escalante, L	5	Asinovsk, NK	1				
		Dekleva, ML	1				
		Flores, F	1				
		Lishnevs, EB	1				
		Vilches, C	1				
		7. Gilbón, A	4	Larios, G	1		
				Huitron, C	1		
		8. Herz, JE	5	Gilbón, A	1	MYCOLOGIA	1
				Kreuzbe, A	1		
				Herz, JE	1	IND ENG PRD	1
Karunani, R	1						
9. Huitrón, C	17	Zeelen, FA	2				
		Shioi, Y	1				
		Chen, WP	3				
		Kamyshny, AL	1				
		Linko, P	2				
		Sturgeon, CN	2				
		Domach, MM	1				
		Yalpani, H	1				
		Scouten, WH	1				
		Lastick, SM	1				
		Olivier, CP	1				
		Aguilar, G	1				
		Larios, G	1				
		Solis, S	1				
		10. Lara, F	15	Jaklitsch, WM	1		
				Haleas, RD	2		
				Scheudler, A	1		
Flores, F	1						
Barbo, G	2						
Berman, rd	1						
Jensen, GI	1						
Rusch, J	1						

cont. en p. 167

FALLA DE ORIGEN

TABLA 12
 INVESTIGADORES CITADOS Y QUIENES LOS CITARON

INVESTIGADORES CITADOS	TOTAL CITAS	INVESTIGADORES QUE LOS CITARON	No. DE CITAS	REVISTAS	AUTOCITAS
		Schwartz, R	1		
		Martinez, H	1		
		Vanliemp, H	1		
		Smith, DJ	1		
11. Larios, G	2	Aguilar, G	1		
		Solis, S	1		
12. Limon Lasón, J	2	Mack, G	1		
		Mora, J	1		
13. Perez Mendoza, JI	2	Islas Mur, L	1		
		Wicker, L	1		
14. Pérez Monfort, R	2	Jose, MV	2		
15. Quintero, R	1	Limonta, M	1		
16. Sanchez, S	67	Thwaites, WM	1		
		Halpern, YS	1		
		Nell, JH	1		
		Nelson, SO	1		
		Stuart, WD	1		
		Miller, AG	1		
		Palacios, R	1		
		Schmit, JC	1		
		Wolfinba, I	1		
		Quinto, C	1		
		Vaca, G	1		
		Whitaker, A	1		
		Berlin, J	1		
		Espin, G	2		
		Roon, RJ	1		
		Vichido, I	1		
		Sánchez, F	1		
		Davila, G	1		
		Debusk, RM	1		
		Gonzalez, A	1		
		Iaccarin, H	1		
		McDonal, C	1		
		Mateos, ED	2		
		Mora, Y	1		
		Perkins, DD	1		
		Slaven, L	1		
		Borak, J	1		
		Usary, BN	2		
		Gundrup, K	1		
		Flander, RP	1		
		Kalichman, S	1		
		Parker, HH	1		
		Blanch, P	2		
		Rachita, B	1		
		Sherr, WP	1		

FALLA DE ~~ORIGEN~~

TABLA 12

INVESTIGADORES CITADOS Y QUIENES LOS CITARON

INVESTIGADORES CITADOS	TOTAL CITAS	INVESTIGADORES QUE LOS CITARON	No. DE CITAS	REVISTAS	AUTOCITAS
		Demnerov, K	1		
		Eveleigh, DE	1		
		Fuch, LY	1		
		Lilly, MD	1		
		Harada, T	1		
		Hanel, F	1		
		Roth, M	1		
		Vongsuva, V	1		
		Sánchez, S	2	APPL ENVIR	2
		Oconnor, ML	1		
		Byng, GS	1		
		Denchu, EO	1		
		Gichner, T	1		
		Roggenka, R	1		
		Naumov, GI	1		
		Gleeson, MAG	1		
		Haas, LOC	1		
		Bang, WG	2		
		Rode, R	2		
		Tani, Y	1		
		Shen, YQ	1		
		Xia, TH	1		
		Tikhonov, OV	1		
		Martinez, H	1		
17. Saval, S	6	Huifron, C	2		
		Larios, G	1		
		Aguilar, G	3		
18. Watson, TG	3	Herz, JH	1		
		Hillersch, JS	1		
		Zeelen, FJ	1		
TOTAL			145		6

FALLA DE ORIGEN

TABLA 13
LAS AUTOCITAS Y LAS REVISTAS DONDE PUBLICARON LOS ARTICULOS CITADOS

AUTOR	REVISTAS	REVISTAS	ARTICULOS	AUTOCITAS
1. Aguilar, G	Enzyme Microb Technol		Biotech Let	2
			J Appl Bact	1
			<u>Enzyme Micr</u>	2
2. Alvarez, R	Cuban J Agric Sci		Carbohy Pol R	1
			J Water PC	1
			Conser Recy	1
3. Blancas, A	Biotechnol Bioeng		<u>Biotech Bio</u>	1
			Ann Ny Acad	1
			J Appl Ecol	1
4. Calderón, E	Bol Med Hosp Infant Méx		Enzyme Micr	1
			Rev Med Chi	2
5. Diaz Castañeda, M	J Dairy Sci		<u>J Dairy Sci</u>	1
6. Escalante, L	J Gen Microbiol		Antib Med B	1
			Can J Micro	1
			Fems Microb	1
			Microbiolog	1
			<u>J Gen Micro</u>	1
			Enzyme Eng	1
			Ann Ny Acad	1
7. Gilbón, A	Rev Tecnol Aliment		Mycologia	1
			Chem Zeitun	1
			Ind Eng Prd	1
8. Herz, JE	Oppi Briefs Steroids		J Pharm B	1
			Qsar	2
9. Huitrón, C	Biotechnol Bioeng		Fems Letter	1
			Appl Envir	1
			Process Bio	2
			Zh Fiz Khim	1
			Biochimie	1
			J Mol Catal	1
			Bk# 21878	1
			Enzyme Micr	1
			Chem Eng J	1
			Crc Cr Biot	1
			Meth Enzym	1
			Appl Micr B	1
			<u>Biotech Bio</u>	1
			Ann Ny Acad Sci	1
			Enzyme Micr	1
Biotech Let	2			
10. Lara, F	Biochem Biophys Res Commun		H-s Z Physl	1
			Exp Mycol	1
			Biotech Let	1
			J Gen Micro	1
			J Anti Biot	1
			Fems Microb	1
			<u>Bioc Biop R</u>	1

continúa...

TABLA 13
LAS AUTOCITAS Y LAS REVISTAS DONDE PUBLICARON LOS ARTICULOS CITADOS

AUTOR	ARTICULOS CITADOS	REVISTAS CITANTES	NUMERO DE ART.	AUTOCITAS
		J Am Chem S	1	
		Pur A Chem	1	
		Crc Cr Biot	1	
		Ann R Micro	1	
		J Gen Micro	1	
		J Antibiot	1	
		J Biol Chem	1	
		Embo J	1	
11. Larios, G	Biotechnol Lett	<u>Biotechnol Lett</u>	2	2
12. Limon Lasón, J	Biochem Biophys Res Commun	Planta	1	
		Microbiol R	1	
13. Pérez Mendoza, JL	Biotechnol Lett	Dev Ind Mic	1	
		Acs Symp S	1	
14. Pérez Monfort, R	En Molecules, cells, and parasites in immunology	Math Biosci	1	
		Analyt Bioc	1	
15. Quintero, R	En Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios...	Ann Ny Acad	1	
16. Sánchez, S	J Bacteriol	Genetics	1	
		Ann R Genet	1	
		Biochem Gen	1	
		Arch Bioch	1	
		<u>J Bact</u>	7	7
		J Biol Chem	2	
		Bact Rev	1	
		Bioc Biop A	1	
		T Br Mycol	1	
		Z Naturfo C	1	
		J Gen Micro	4	
		Mol G Genet	1	
		Bk# 16546	1	
		Exp Cell Re	1	
		Biotech Let	1	
		Microbiol R	1	
		Bk# 11339	1	
		Bioc Biop A	1	
		Curr Microb	1	
		Biol Zbl	1	
	Appl Microbiol	Bk# 01704	2	
		Process Bio	1	
		Appl Envir	1	
		Can J Micro	2	
		Biotech Bio	1	
		Process Bio	2	
		Chem Listy	1	
		Bk# 11264	1	

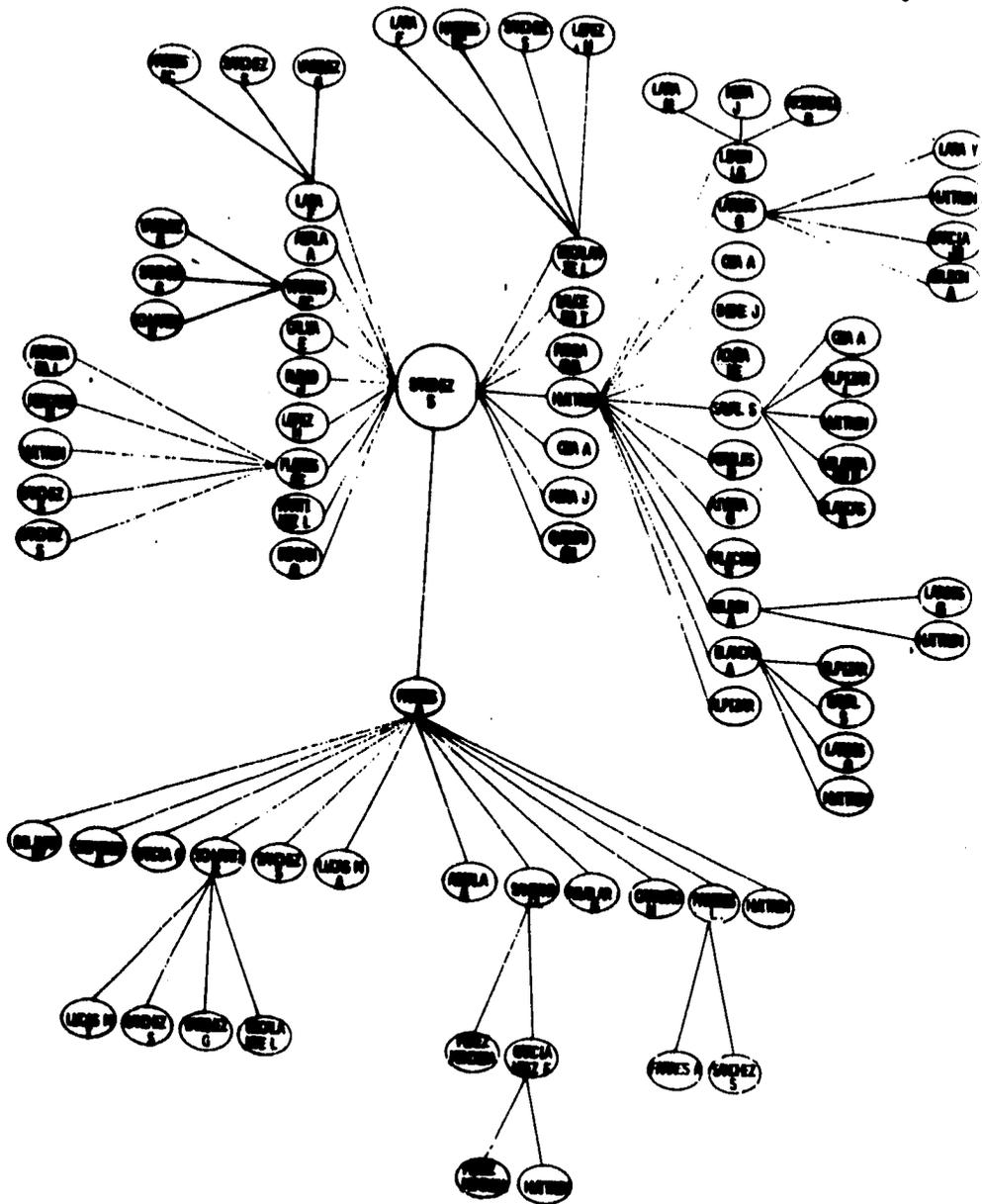
Continúa...

TABLA 13
LAS AUTOCITAS Y LAS REVISTAS DONDE PUBLICARON LOS ARTICULOS CITADOS

AUTOR	ARTICULOS CITADOS	REVISTAS CITANTES	NUMERO DE ART.	AUTOCITAS
		Gene	1	
		Bk# 10446	1	
		Biot Gen En	1	
		Biotech Let	2	
		Agr Biol Ch	1	
	Eur J Appl Microbiol	Appl Envir	2	
		J Gen Micro	1	
		Isozymes	1	
		Appl Envir	1	
		Mutat Res	1	
		Mol G Genet	1	
		Microbiolog	1	
		Appl Envir	1	
		J Bact	1	
	Appl Env Microbiol	Biotech Bio	2	
		Cell Mol B	2	
		Biot Gen En	1	
	Adv Biotechnol	J Antibiot	1	
		Sci Sin B	1	
		Biotech Let	1	
		Antib Med B	1	
		J Antibiot	1	
17. Saval, S	En Biotecnología de enzimas	Ann Ny Acad	1	
		Biotech Let	1	
		Enzyme Micr	1	
	Dev Ind Microbiol	Ann Ny Acad	1	
		Enzyme Micr	2	
18. Watson, TG	Steroids	<u>Steroids</u>	1	1
		Int J Pharm	1	
		Qsar	1	
TOTAL			145	17

REDES DE COLABORACION

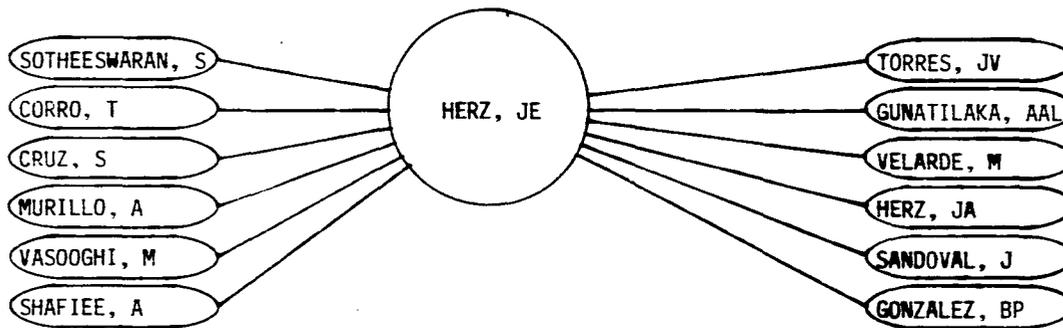
172
FIGURA 5



• ORGANIZACION DE COLABORACION

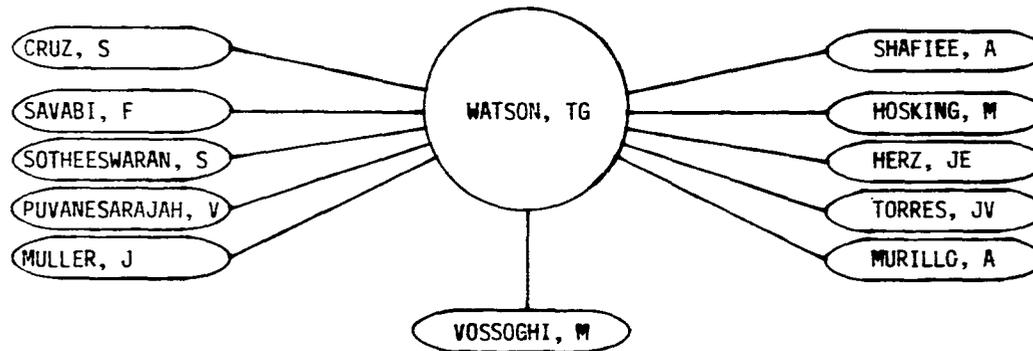
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.1



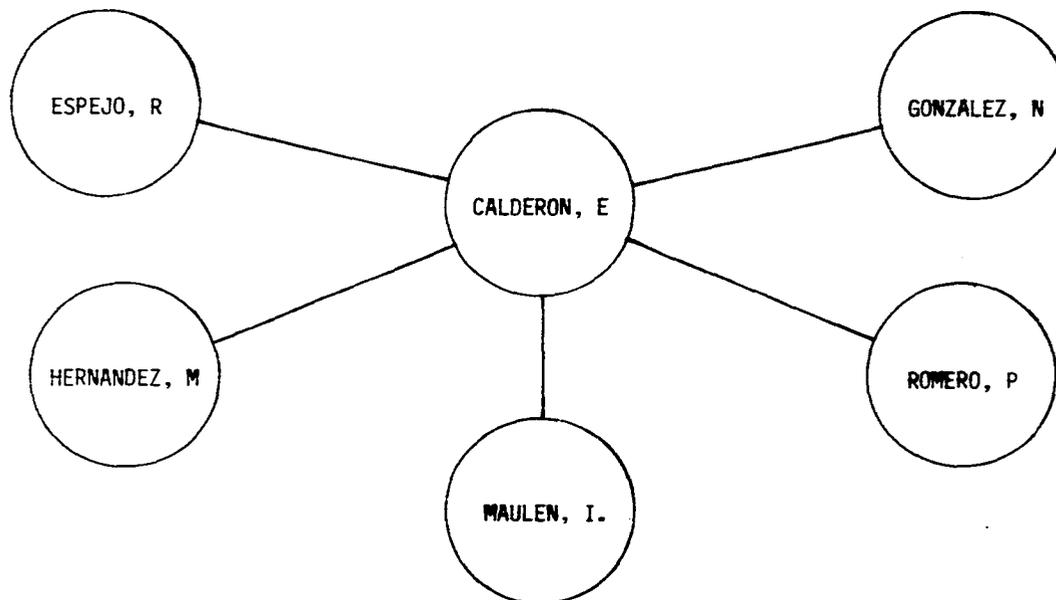
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.2



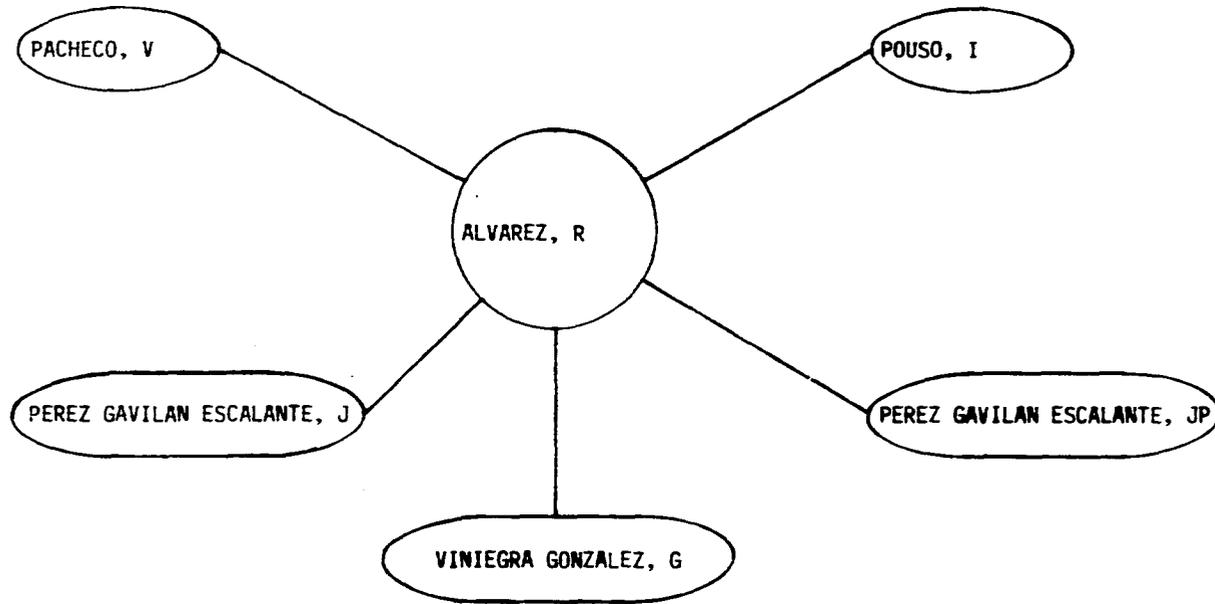
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.3



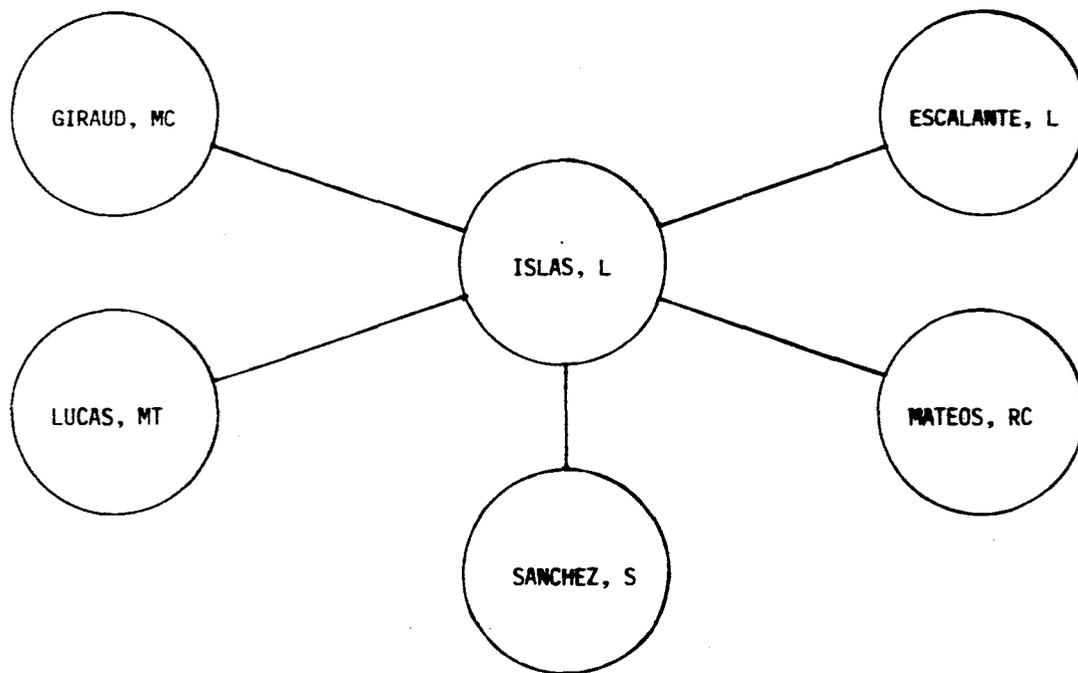
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.4



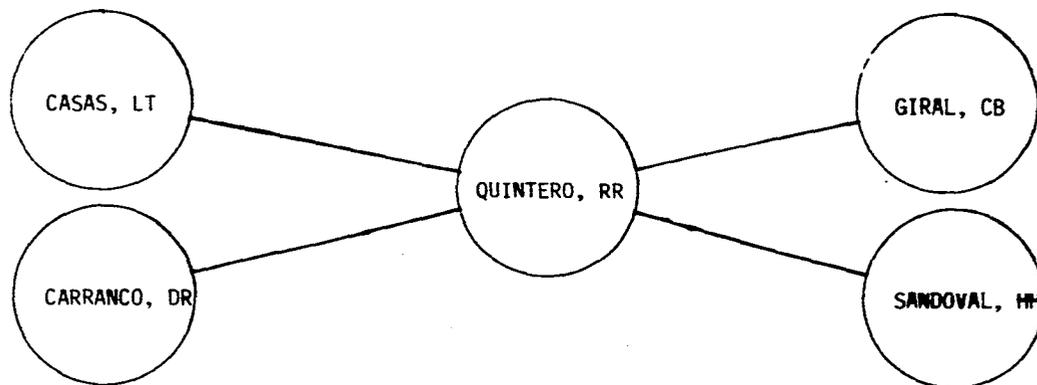
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.5



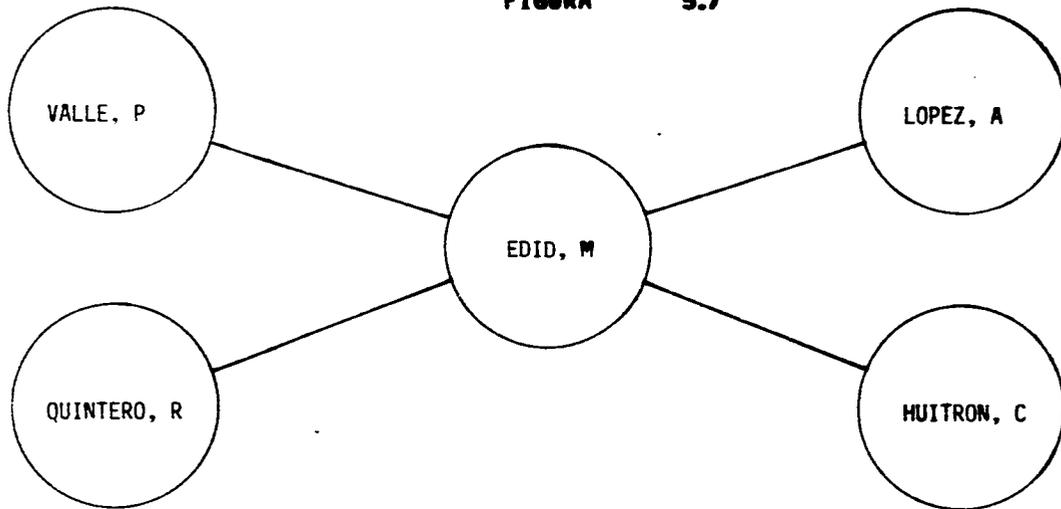
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.6



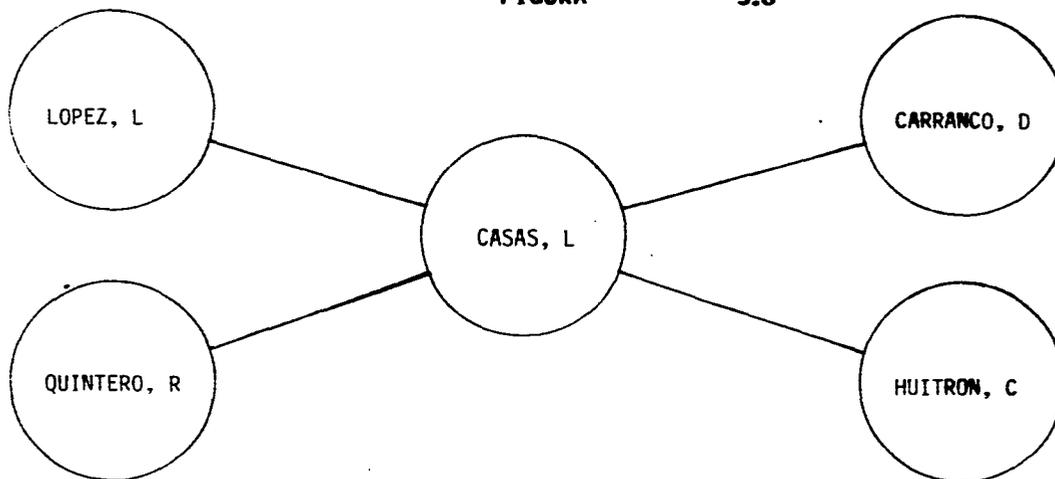
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.7



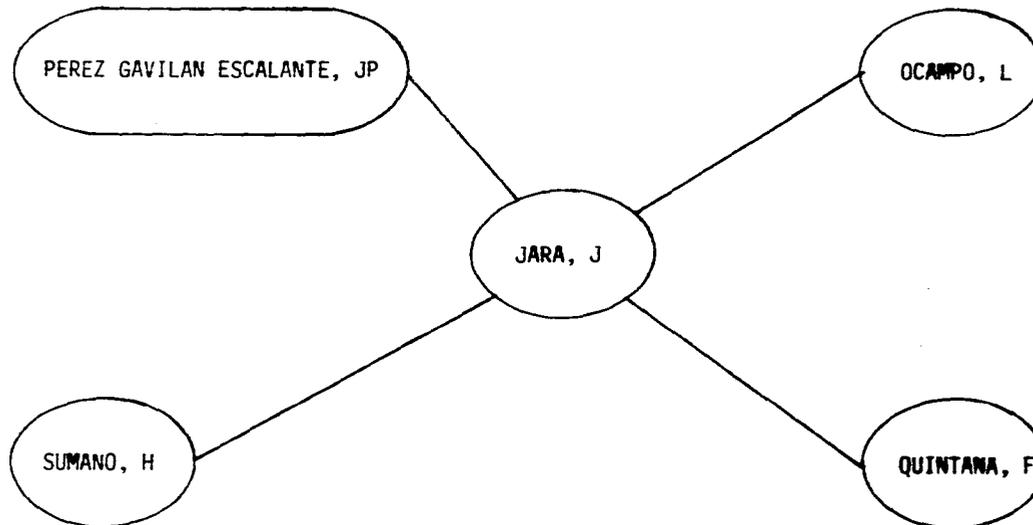
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.8



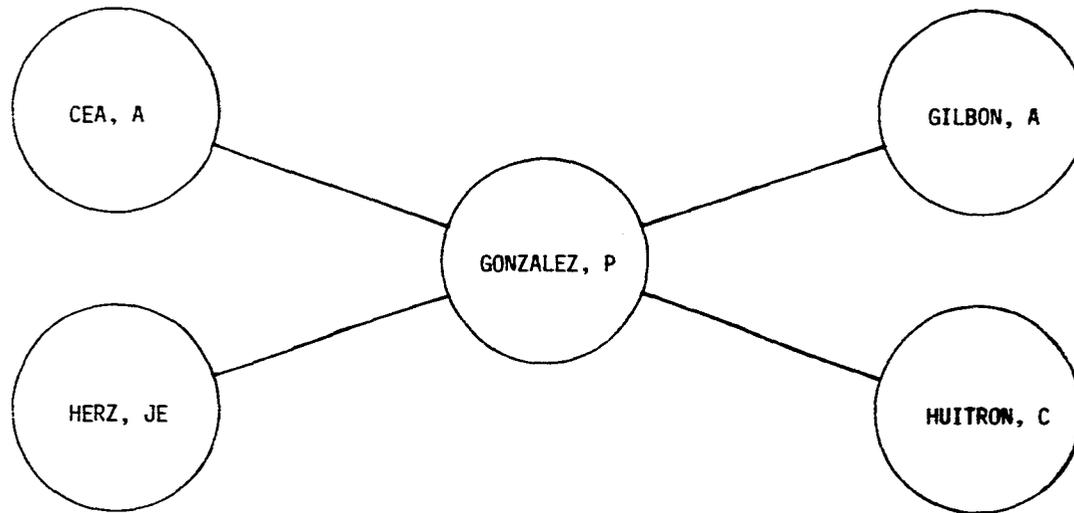
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.9



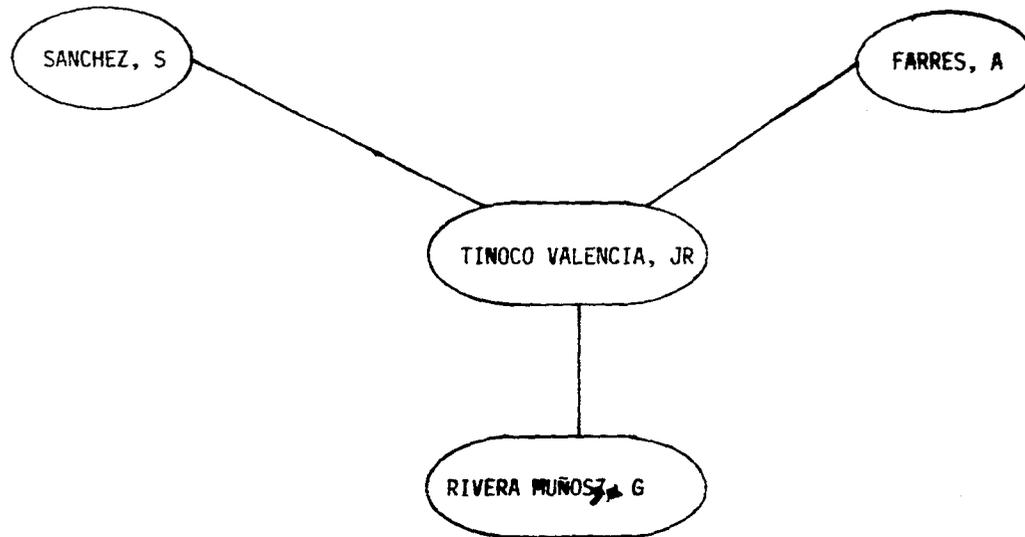
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.10



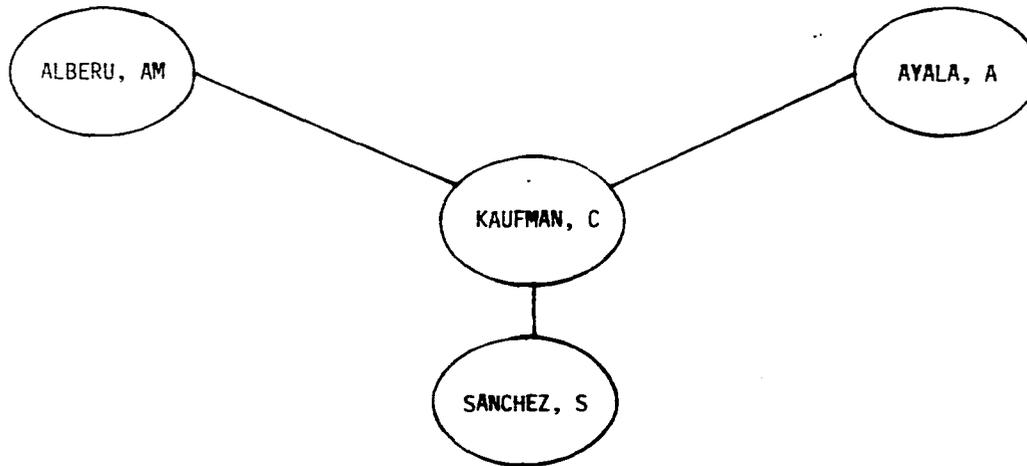
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.11



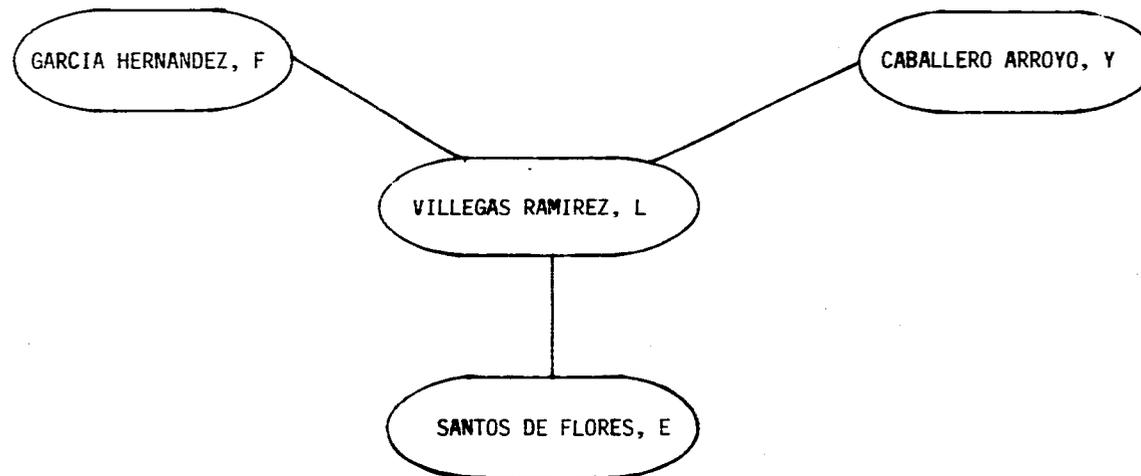
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.12



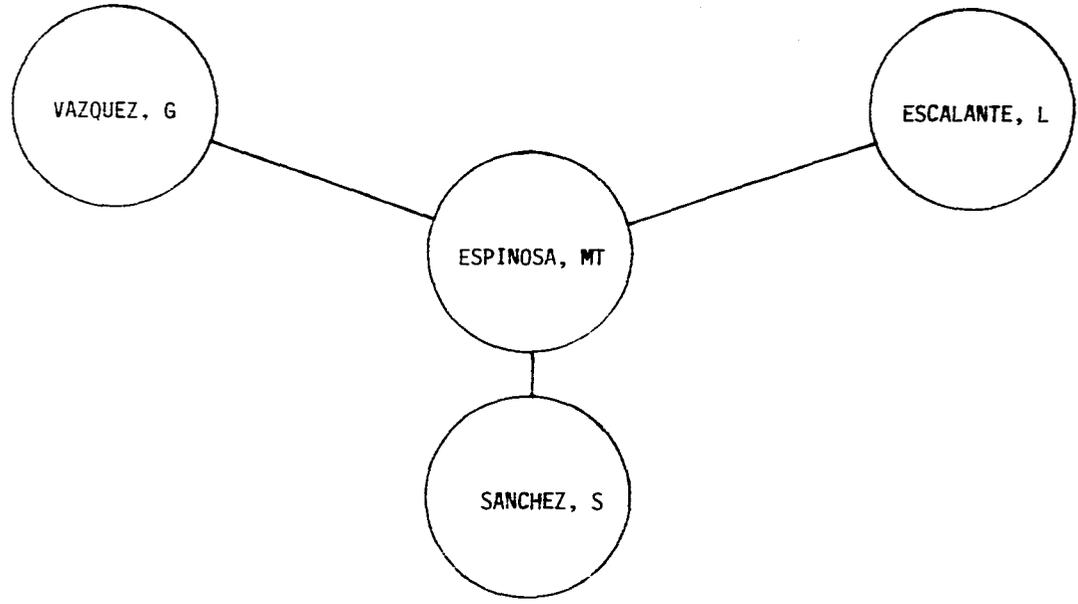
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.13



REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.14



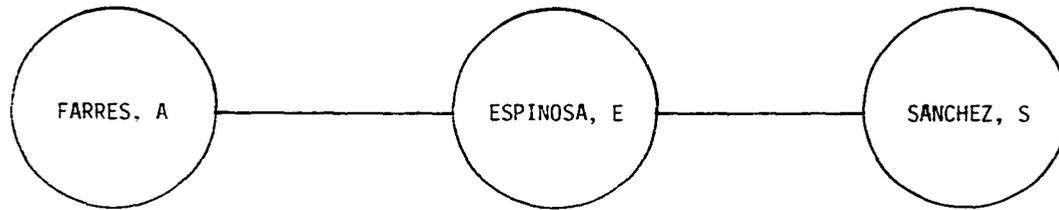
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.15



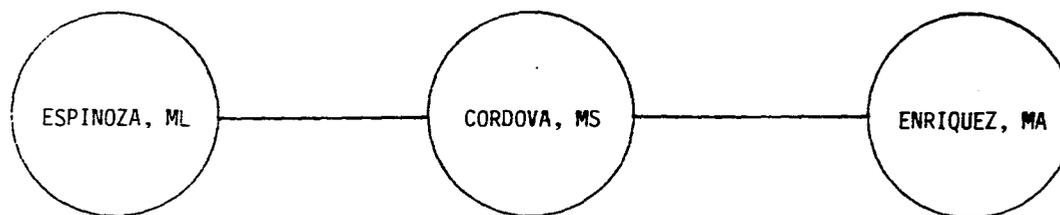
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.16



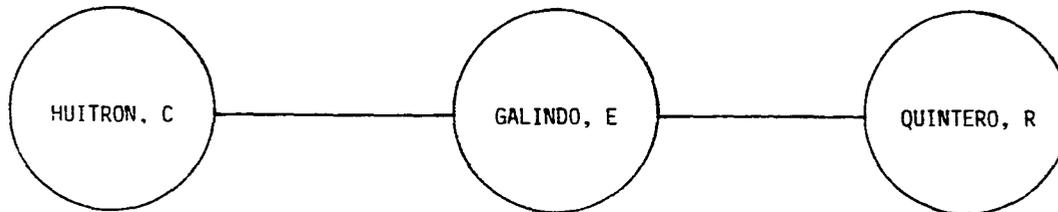
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.17



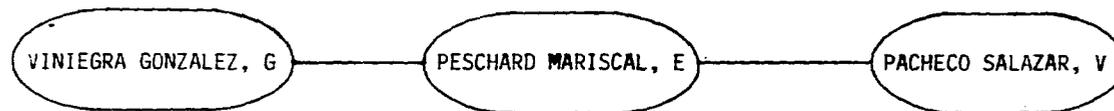
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.18



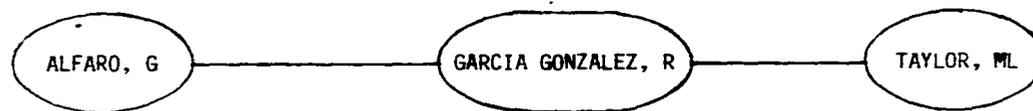
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.19



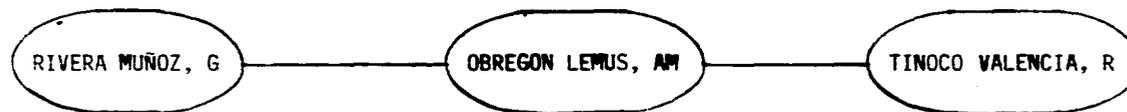
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.20



REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.21



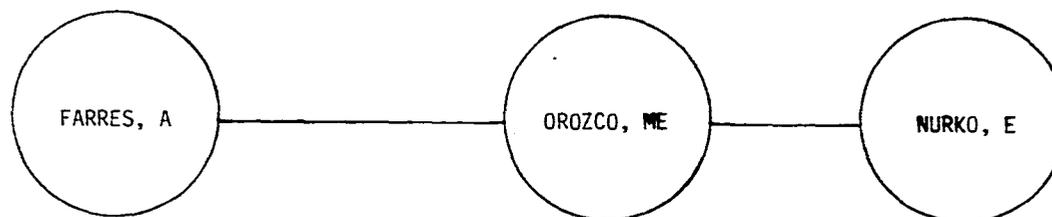
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.22



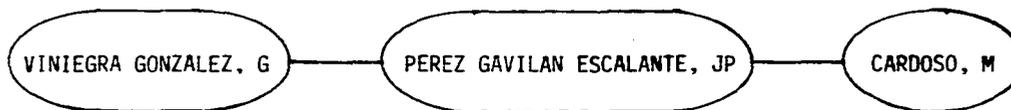
REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.23



REDES DE COLABORACION

FIGURA 5.24



CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones:

1. En el desarrollo de la ciencia en México han influido factores económicos, sociales y culturales.
2. La investigación biomédica trata los estudios de problemas biológicos que tienen aplicación médica en México.
3. En la UNAM es donde trabaja la cuarta parte de los investigadores a nivel nacional.
4. En la UNAM se desarrolla el 75% de la investigación nacional.
5. El Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM es el que realiza la mayor parte de la investigación científica sobre problemas biomédicos.
6. La Biotecnología estudia la transformación y utilización de microorganismos y células vegetales y animales.
7. El Departamento de Biotecnología tiene a uno de los grupos de investigadores más avanzados y multidisciplinarios en investigación biotecnológica.
8. Las investigaciones realizadas en el Departamento de Biotecnología tienen especial énfasis en las áreas de ingeniería de enzimas, genética microbiana, bioingeniería de

reactores y fermentaciones.

9. La bibliometría sirve para cuantificar y analizar los datos de la investigación. También, sirve para construir indicadores que digan hacia donde debe dirigirse la investigación.
10. Las citas proporcionan una medida objetiva de la productividad, calidad, utilidad, repercusión, relevancia, eficiencia o impacto de las contribuciones científicas.
11. Las citas reflejan el efecto que una determinada información produce en la comunidad científica.
12. Los artículos científicos fueron el principal canal de comunicación de los investigadores.
13. Los investigadores del Departamento de Biotecnología publican sus artículos principalmente en revistas nacionales.
14. La mayoría de los trabajos publicados por los investigadores del Departamento de Biotecnología fueron publicados en idioma español.
15. Los trabajos de los investigadores de éste Departamento acumularon un escaso número de citas.
16. Un investigador puede no ser citado por varios factores tales como; el idioma, la línea de investigación, difusión, razones políticas, geográficas, etc.
17. Los idiomas de los trabajos publicados fueron español e inglés.
18. En éste Departamento los investigadores tienden a escribir en coautoría.

19. Un sólo artículo puede ser más citado y por el contrario muchos artículos juntos pueden ser poco citados.
20. El factor de impacto o repercusión de un artículo científico puede ser medido por la utilidad o influencia que tiene sobre la comunidad científica o sus pares.