

*INVESTIGACIONES  
EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS EN  
VENEZUELA*

Carlo Caputo, Jaime Requena y Domingo Vargas

Academia de Ciencias  
Físicas, Matemáticas y Naturales



**Carlo Caputo Frauenfelder.** Se graduó de Licenciado en Biología (1961), Facultad de Ciencias, UCV y obtuvo su Ph.D. en Fisiología (1971), de la Universidad de Rochester. Posteriormente, obtuvo el Ph.Sc. en Biología (1973), del IVIC. Es Investigador Titular Jubilado del IVIC. Internacionalmente ha sido fellow, investigador visitante o asociado del Churchill College (Inglaterra), Universidad de Lund (Suecia), Laboratorio de Biología Marina de Woods Hole (Estados Unidos), Instituto Max Planck (Alemania). Es Individuo de Número, Sillón VIII de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas Venezuela. Ha dirigido numerosas tesis de licenciatura, maestría y doctorado y cuenta con más de un centenar de asistencias y ponencias en congresos nacionales e internacionales y más de 80 publicaciones científicas en el área de fisiología animal y humana.

**Jaime Requena.** Es Biólogo de la UCV con doctorado en Física y Química en la Universidad de Cambridge en Inglaterra. En 1967 inició su carrera de Investigador en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), continuándola en 1982 en la Fundación Instituto Internacional de Estudios Avanzados (IDEA) hasta el año 2009. Su campo de especialidad inicial fue la Biofísica y Neurofisiología celular pero ahora se dedica a la historia y sociometría de la ciencia, concretamente al estudio de la evolución o dinámica de su moderna comunidad de investigadores y tecnólogos venezolanos. En 1994 ocupó la Cátedra de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Cambridge en Inglaterra como Profesor Titular Simón Bolívar. En 1997, esa misma Universidad le confirió su máximo honor académico, el Doctorado en Ciencias (Sc.D.). Es Titular del Sillón XXVI de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela; es miembro de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo con sede en Trieste y también de la Academia de Ciencias de América Latina con sede en Caracas. Jaime Requena columnista de los diarios El Nacional y Tal Cual de Caracas.

***Domingo Vargas.*** Es Biólogo, egresado de la USB en 1990, con cursos de Gerencia Avanzada del IESA y un Master en Ingeniería de Sistemas de la USB en 2008. Ha trabajado en empresas como Andersen Consulting en la que se desempeñó como consultor de estrategia y tecnología. Su trayectoria profesional se centró en las telecomunicaciones y durante más de 16 años, trabajó para la Corporación Cantv, asumiendo posiciones de liderazgo en las áreas de planificación estratégica de tecnología, diseño, ingeniería y despliegue de redes de telecomunicación y banda ancha, así como el desarrollo de sistemas OSS para el soporte de las operaciones y gestión de los servicios. En los últimos 4 años, ha trabajado para el sector financiero implantando sistemas de banca móvil y desde 2011 se desempeña como Gerente General de Innovación y Desarrollo de Productos para Movistar Venezuela. Actualmente comparte su actividad profesional, con la colaboración académica mediante el desarrollo de aplicaciones para el análisis de grandes conjuntos de datos utilizando la teoría de redes, así como la investigación sobre los modelos que describen a las mismas.

**Academia de Ciencias Físicas,  
Matemáticas y Naturales**





**ACADEMIA DE CIENCIAS  
FÍSICAS, MATEMÁTICAS Y  
NATURALES**

**COLECCIÓN DOCUMENTOS  
DE LA ACADEMIA**



*INVESTIGACIONES*  
*EN CIENCIAS*  
*BIOLÓGICAS EN*  
*VENEZUELA*

**Carlos Caputo, Jaime Requena y Domingo Vargas**

2011

*INVESTIGACIONES EN CIENCIAS BIOLÓGICAS EN VENEZUELA*

**Carlos Caputo, Jaime Requena y Domingo Vargas**

**Biociencias, historia, desarrollo, Venezuela**

**Biosciences, history, development, Venezuela**

**COLECCIÓN DOCUMENTOS DE LA  
ACADEMIA**

© Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales

© Carlos Caputo, Jaime Requena y Domingo Vargas

Primera Edición, 2011

Hecho el depósito de Ley

**ISBN:** 978-980-6195-22-6

**Depósito Legal:** lf6592012500116

**Diagramación y Montaje:** Antonio Machado-Allison

**Impreso en:** Editorial Brima Color

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, por ningún medio, sin la previa autorización de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales



## **CONTENIDO**

	<b>Pag.</b>
<b><i>I. Introducción</i></b>	7
<b><i>II. Bases de datos y metodología</i></b>	15
<b>II.1.</b> Segmentación y códigos UNESCO	15
<b>II.2.</b> Base de científicos venezolanos	16
<b>II.3.</b> Base de publicaciones	18
<b>II.4.</b> Redes Académicas	20
<b><i>III. Resultados</i></b>	21
<b>III.1.</b> Investigadores del PPI	21
<b>III.2.</b> Investigadores del PPI en biología	24
<b>III.3.</b> Distribución institucional	31
<b>III.4.</b> Los publicadores en biología	33
<b>III.5.</b> Medios de difusión del conocimiento	37
<b>III.6.</b> Distribución institucional de los publicadores en biología	37
<b>III.7.</b> Demografía de los publicadores en biología.	41
<b>III.8.</b> Envejecimiento	43
<b>III.9.</b> Género de los publicadores	45
<b>III.10.</b> Tasa de desarrollo del capital humano en biología	47
<b>III.11.</b> Categorías de la investigación en biología en Venezuela	49
<b>III.12.</b> La Investigación en las diversas disciplinas de la biología	56

<b>III.12.1.</b> Biosalud o Biomedicina	56
<b>III.12.2.</b> Biodiversidad	58
<b>III.12.3.</b> Biofuncionalidad	58
<b>III.12.4.</b> Biotecnología	59
<b>III.13.</b> Redes	60
<b>III.14.</b> Contexto Regional	65
<b>IV. <i>Discusión</i></b>	67
<b>IV.1.</b> Segmentación y códigos UNESCO	67
<b>IV.2.</b> Bases de datos	68
<b>IV.3.</b> Los investigadores en biología (PPI)	69
<b>IV.4.</b> Demografía del biólogo venezolano	69
<b>IV.5.</b> Investigadores <i>vs.</i> Publicadores	72
<b>IV.6.</b> Disciplinas dentro de la biología	75
<b>IV.7.</b> Medios de difusión del conocimiento en biología	76
<b>V. <i>Conclusiones</i></b>	78
<b>VI. <i>Agradecimientos</i></b>	79
<b>VII. <i>Resumen</i></b>	80
<b>VIII. <i>Bibliografía</i></b>	81
<b>IX. <i>Apéndice</i></b>	84
<b>X. <i>Glosario</i></b>	86
<b>XI. <i>Notas</i></b>	87

## I. INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios biológicos llevados a cabo en Venezuela se remontan al viaje de Humboldt quien, además de dejar una extensa documentación de sus observaciones sobre la naturaleza de la flora y la fauna de las regiones equinociales, también tuvo ocasión de realizar algunos experimentos (Humboldt, 2009). En ocasión de su visita a Calabozo, Estado Guárico, se encontró con Carlos Del Pozo y Sucre quien, basado en la descripción encontrada en un par de publicaciones de la época, había construido unas máquinas eléctricas para su generación y medición, las cuales –según el mismo Humboldt– no tenían nada que envidiar a las disponibles en los mejores laboratorio de Europa. Con ellas, Humboldt y del Pozo realizaron lo que probablemente constituyen los primeros experimentos de electrofisiología en América, repitiendo el famoso experimento de Galvani y midiendo las descargas eléctricas del pez temblador, *Electrophorus electricus*. Años después, en 1870, esta experiencia fue repetida por Carl Sachs, discípulo de du Bois Raymond, (Herrera, 2009).

La maravillosa descripción de la naturaleza en los trópicos hecha por el Barón Humboldt, inspiró a numerosos otros investigadores europeos, mayoritariamente alemanes, como el ya mencionado Sachs, Ernst, Jahn y más tarde, el suizo Pittier, que a lo largo del siglo XIX y hasta en el siglo XX estudiaron diferentes aspectos de la flora y fauna venezolana. Muchos venezolanos siguieron sus ejemplos y se dedicaron al estudio de la naturaleza como, por ejemplo, José María Vargas quien, además de impulsor de los estudios de medicina, también se distinguió como botánico, y es considerado como precursor de esta disciplina en Venezuela. Hay que recordar que en su calidad de Rector de la Universidad de Caracas, y que había sido reformada por el libertador Simón Bolívar, un 4 de enero de 1834, fundó la Cátedra de Química en

esa institución. No obstante, hubo que esperar más de ciento veinte años, para que allí se formalizaran los estudios académicos en el dominio de las ciencias naturales.

Junto a Vargas, hubo algunos médicos que se dedicaron a la investigación en el campo que hoy en día puede definirse como “biomedicina”. De manera que ya desde el siglo XIX, las investigaciones en biología tienden a dos vertientes; uno que comprende la biología descriptiva y practicada por naturalistas o médicos, junto a otra que comprende la biomedicina o “biología experimental”, practicada en sus inicios exclusivamente por médicos pero actividad que por su naturaleza, debió esperar la creación de las Facultades de Ciencia para emerger definitivamente.

La percepción entre de las élites nacionales de la época –tanto gubernamentales como universitarias– sobre la importancia relativa de la medicina para el bienestar de la sociedad debió de jugar un papel significativo en el retraso del establecimiento de los estudios académicos formales de biología en Venezuela.

Es importante mencionar que mientras la mayoría de los médicos investigadores mantenían filiación académica con la Universidad Central en Caracas. Hubo otros –igualmente distinguidos– que no tuvieron mayor contacto con la Universidad: de estos el más destacado fue Luis Daniel Beauperthuy. Beauperthuy, médico francés establecido en Cumaná, puede ser considerado como pionero de la microbiología en Venezuela y constituye el ejemplo típico del científico solitario y sin apoyo oficial (Sanabria y de Benedetti, 1969) de muchos años en el país. Su interés hacia la medicina fue acompañado por su interés como naturalista. De hecho antes de establecerse en Cumaná en 1842, había servido como naturalista viajero del Museo de Historia Natural de París desde 1838 a 1841. Posiblemente, su formación como naturalista determinaría que el alcance de sus investigaciones médicas se restringiera a la observación, para la cual tenía una extraordinaria capacidad.

Beauperthuy fue reconocido internacionalmente, pero tardíamente, como el precursor de la teoría de transmisión por insectos de la fiebre amarilla. Durante una epidemia de fiebre Amarilla en

Cumana en 1853, sus observaciones lo llevaron a identificar a algunas especies de zancudos, en particular en *Aedes aegypti*, como vector de la terrible enfermedad. Su frase: “basta la interposición de un mosquitero entre el cuerpo del hombre y estos insectos para preservarlo de la fiebre”, demuestra claramente sus ideas al respecto, las cuales han debido bastar para descartar el origen miasmático de las enfermedades contagiosas. Lamentablemente, el paradigma sólo fue reconocido cincuenta años después de haber sido informado a la Academia de Ciencias de Francia (Lemoine y Suarez, 1984). En cualquier caso, extremadamente importantes, son las investigaciones de Beauperthuy en el campo de la inmunología a pesar de ser muy poco divulgadas (BruniCelli, Merino y Requena en prensa).

Adolph Ernst, probablemente, es el mayor impulsor de las ciencias naturales en la Venezuela del siglo XIX. Llegado al país en 1861, se destacó por sus investigaciones en botánica, zoología, geología y otras disciplinas. A él se debe la fundación de la Sociedad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, la Biblioteca Nacional, de la cual fue nombrado Director en 1876 y la creación del Museo Nacional, precursor del Museo de Ciencias Naturales. Tuvo además el mérito de exponer y divulgar en Venezuela las novedosas teorías de Lamarck y Darwin, y de difundir sus propios trabajos sobre diferentes aspectos de la naturaleza de Venezuela, publicándolos en excelentes revistas en Europa y EEUU.

Hacia fines del siglo XIX, con el regreso al país de numerosos médicos venezolanos formados en Europa –especialmente en Francia– comienza un movimiento renovador de la medicina venezolana y surgen figuras claves en el desarrollo de la ciencia en el país. Santos Domínici fue uno de ellos. A su regreso a Caracas, fundó en el año 1984, el Laboratorio del Hospital Vargas. Al año siguiente creo el Instituto Pasteur de Caracas; el primer instituto privado de investigación del país. Desde esos espacios de investigación reporto la presencia del *Plasmodium* en Venezuela. El, junto a otros jóvenes médicos entrenados en el extranjero, dio inicio a un proceso de renovación de la educación médica en Venezuela y por ende del establecimiento de la ciencia como actividad

intelectual en el país. Dos de esos seguidores de Santos Domínici son particularmente relevantes a este estudio sobre la biología; José Gregorio Hernández y Rafael Rangel.

A finales del Siglo XIX, algunos médicos interesados en la investigación empezaron a recibir ayuda del Estado Venezolano para especializarse en el extranjero. José Gregorio Hernández recibió una beca del Gobierno Nacional para especializarse en Microbiología y Fisiología en Francia y Alemania. A su regreso a Venezuela, fundó los estudios de Histología Normal y Patológica y de Fisiología Experimental, instalando –con equipos comprados en Europa con fondos públicos– un laboratorio de investigación donde comienza a practicarse, formalmente y entre nosotros, el método experimental. Autor de trece publicaciones científicas, de las cuales sólo se pueden considerar como auténticos trabajos de investigación a 4 de ellas (Roche, 1978), José Gregorio Hernández tuvo el mérito de acoger en su laboratorio a Rafael Rangel quien puede considerarse como el más completo y famoso investigador de la primeras etapas de la ciencia venezolana. Rangel ingresó al laboratorio de Hernández como preparador de la clase de Fisiología del año 1899, pero tuvo que abandonar al año los estudios de medicina por razones de salud, entre otras. De regreso al laboratorio se pudo dedicar en pleno a la investigación científica, adquiriendo en poco tiempo una meritoria fama como parasitólogo y que lo llevó a ser nombrado Director del Laboratorio del Hospital Vargas. Rangel también incursiona con éxito en otras áreas del conocimiento médico, como la histología del sistema nervioso, en la que demostró admirables habilidades técnicas.

Como especialista en parasitología los servicios de Rangel fueron requeridos frecuentemente por las autoridades de gobierno, primero desde la Gobernación de Caracas y luego desde la Presidencia de la República, para resolver diferentes problemas ligados a su disciplina. Empero ese apoyo recibido por parte de un Presidente –el general Cipriano Castro– se transforma en indiferencia, si no en hostilidad, por su sucesor en la Presidencia de la República, el general Juan Vicente Gómez. La trágica muerte de Rafael Rangel a los 32 años de edad en el año 1909, terminó tempranamente una brillante carrera.

Es un hecho la investigación médica en Venezuela dio sus primeros pasos hacia la institucionalizarse hacia finales del Siglo XIX cuando, tardíamente, sus profesionales adoptaron los postulados del Positivismo y se abocaron a reformar los estudios universitarios para adecuarlos a esa concepción filosófica.

En el caso de las ciencias naturales, y específicamente la biología, las carencias de profesionales expertos durante la primera mitad del Siglo XX, obliga al Gobierno Nacional recurrir a científicos extranjeros, necesarios para conocer, entender y resolver, el sin número de asuntos que surgían continuamente en el país. Así es como llega a Venezuela Henry Pittier, quien en 1913, fue invitado para asesorar la fundación de una Escuela de Agronomía en Maracay y, en 1917, fue vuelto a llamar a Venezuela para fundar una estación biológica. Evidentemente estas dos visitas le sirvieron de aliciente, ya que en el año 1919 Pittier, a los 62 años de edad, se estableció definitivamente en el país, formando rápidamente un grupo de botánicos entre los cuales se destacan Francisco Tamayo y Tobías Lasser. La creación del Herbario Nacional, precursor de lo que hoy es el Instituto Botánico, y del Parque Nacional de Rancho Grande, hoy Parque Henry Pittier, son ejemplos de su actividad organizativa. Su fecunda actividad científica quedó plasmada en los 290 trabajos que publicó en variados campos y revistas.

Otro paso importante para la institucionalización de la investigación en biología en Venezuela, fue la fundación de la Escuela Superior de Agronomía y Zootecnia, decretada en 1937, por el general López Contreras. La escuela se convirtió en Facultad de Ingeniería Agronómica en 1945, y entró a formar parte del sistema académico de la UCV en 1946, para volver a cambiar su nombre en Facultad de Agricultura en 1952 y finalmente en Facultad de Agronomía en 1958. Si bien la concepción inicial de la Escuela de 1937, y luego de la Facultad de 1952, estaba basada en la formación de profesionales dedicados al desarrollo de tecnologías que permitiesen el uso sostenible de los recursos naturales destinados a las necesidades alimentarias de la población, los planes de estudios evolucionaron hasta cubrir los aspectos físicos, químicos

y biológicos de los sistemas naturales de interés. Como resultado, se estimularon las investigaciones entre otras disciplinas: edafología, botánica, y zoología y muy particularmente, la entomología. La creación de institutos de investigación, del Museo del Instituto de Zoología Agrícola y del Herbario Víctor Manuel Badillo, atestiguan esta orientación.

Los orígenes de la investigación en agrícola y pecuaria en el país se remonta a los años comprendidos entre 1924 y 1936 cuando se crea en Caracas la Estación Experimental de Cotiza y diversos laboratorios agrícolas, químicos y de investigación veterinaria, todos dentro de la estructura del Ministerio de Agricultura. La diversidad de condiciones agroecológicas que presenta la geografía venezolana mueve a las autoridades a crear entre 1950 y 1960 un conjunto de estaciones experimentales y de establecer la División de Investigación Agrícola, dentro del Ministerio de Agricultura y Cría la cual, en el año 1961, fue transformada en su Dirección de Investigación al crearse el Fondo Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (o FONAIAP). Este absorbió a la División de Investigación Agrícola en el año de 1975. Eventualmente, el FONAIAP se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (o INIA) donde se consolidaron toda la capacidad investigativa en las áreas de agronomía y veterinaria del Estado venezolano ofreciendo, además, asistencia técnica y servicios a los agricultores. Es por todo lo anterior, que se puede considerar que los estudios agronómicos constituyen la tercera vertiente para el desarrollo de los estudios de biología en Venezuela.

Con respecto a la vertiente biomédica o biología experimental propiamente dicha, está arranca formalmente con la llegada al país en el año de 1939, del profesor Augusto Pi-Suñer, ilustre fisiólogo catalán, quien en 1940, fundó el Instituto de Medicina Experimental de la Universidad Central de Venezuela, del cual fue director hasta 1950. En este Instituto, donde se iniciaron los estudios de la Fisiología moderna en Venezuela el Profesor Pi-Suñer tuvo como primeros estudiantes a Humberto García Arocha y a Marcel Granier Doyeux. Con la instauración de la dictadura militar, los científicos de este instituto, entre los cuales se encontraba



Francisco de Venanzi salieron de la UCV, algunos se marcharon al exterior, como García Arocha, otros se quedaron en el país ejerciendo privadamente su profesión y otros encontraron cobijo en el Instituto de Investigaciones Medicas, Fundación Luis Roche. Al caer la dictadura, muchos de ellos participaron en la reestructuración del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (o IVNIC), precursor Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (o IVIC) y que fue fundado en el año 1954, por Humberto Fernández Morán durante el gobierno del dictador Marcos Pérez Jiménez.

Hacia la mitad del Siglo XX es cuando realmente cristaliza entre nosotros la necesidad de vincular más estrechamente a la academia, representada por la universidad, con las ciencias naturales, consideradas en su totalidad y no como renglones aislados. Es justamente uno de los discípulos de Pittier, Tobías. Lasser, quien se convierte en el paladín de una Escuela de Ciencias dentro de la Universidad Central de Venezuela (Texera, 1992). En 1946 se presentaron dos propuestas sobre el tema; una de Luis M. Peñalver y otra de Tobías Lasser. En su libro, *El surgimiento de la biología Académica en Venezuela*, Yolanda Texera (2008) relata detalladamente la situación que se creó cuando a solicitud expresa de Peñalver, circuló entre los profesores universitarios su proyecto de creación de una escuela de ciencias. A pesar de haber sido apoyado por algunos profesores como el Félix Pifano y el geólogo Víctor López, profesor de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, el proyecto no conto con el apoyo general, por ser considerado prematuro y no bien sustentado, especialmente por de lo que se refería a la adscripción de la escuela de Ciencias a la Facultad de Letras y Filosofía y por la ausencia de las facilidades mínimas para su funcionamiento.

Por su parte, Tobías Laser, médico de profesión y recién ingresado a la Academia de Ciencias Física Matemáticas y Naturales (o ACFMN), logró convencer a ésta para adoptaran como propia las propuesta de creación una Escuela de Ciencias Naturales, para que funcionara, junto a la Escuela de Filosofía, en la Facultad de Filosofía y Letras. Con el aval de los Doctores

Lasser y Peñalver, la ACFMN envió sus peticiones al Presidente provisional de la Junta de Gobierno, al Ministro de Educación y al Rector de la UCV (Rómulo Betancourt, Antonio Anzola Carrillo y Juan Oropesa, respectivamente), pero no pudo lograr la conformidad oficial.

A pesar de no ser aprobada la creación de la Escuela de Ciencias propuesta por Lasser y Peñalver, en el mismo año de 1946, el Consejo Universitario decidió crear el Instituto de Ciencias Naturales, adscrito a la Facultad de Letras y Filosofía, el cual funcionó, inicialmente, como dependencia autónoma, para ser adscrito el año siguiente a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, como se denominaba entonces lo que hoy se conoce como la Facultad de Ingeniería. Para el año 1955, la Escuela de Biología funcionaba regularmente en esa Facultad. Es importante destacar que desde 1956, los cursos de estudios de la Escuela de Biología incluían disciplinas de las dos vertientes ya discutidas: la de las ciencias naturales junto a las propias de la biología experimental.

Con el arribo de la democracia formal al país, el 23 de enero de 1958, se inicia un proceso acelerado de institucionalización y profesionalización de la ciencia en Venezuela. Venezuela y su nueva democracia adoptaron la noción de '*modernidad*' como visión de país. El 3 de marzo de 1958, fue creada la primera Facultad de Ciencias del país, la de la Universidad Central de Venezuela por su Rector Magnífico, Francisco de Venanzi (Lindorf, 2008).

Aun cuando la adscripción de la Escuela de Biología a la Facultad de Ingeniería fuese considerada provisional, no deja de ser notable el hecho que solo tomó 12 años su institucionalización. El paso pionero de la UCV y su Facultad de Ciencias, integrada inicialmente por las Escuelas de Biología, Física, Química y Matemática y, posteriormente, Computación, fue seguida con la creación de Facultades de Ciencias en las Universidades de Los Andes y del Zulia. Luego, y bajo una diferente organización académica, en la Universidades de Carabobo y de Oriente. Posteriormente, otros centros de educación superior han tomado iniciativas similares.

Concurrentemente, y bajo la conducción y dirección de Marcel Roche en febrero del año 1959, se dictó la reestructuración el IVNIC, el cual pasó a ser el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Este instituto, pilar fundamental de la ciencia venezolana fue abierto a investigadores y estudiantes venezolanos (y extranjeros) desde sus comienzos, para que se dedicaran al estudio de disciplinas científicas, como la química, física, biomedicina, antropología y posteriormente la ecología y las matemáticas (Roche, 1996).

La estructura académica así organizada en universidades públicas y centros de investigación del Estado, permitió la formación de numerosos investigadores de biología y su incorporación a laboratorios de investigación (Requena, 2003), cuyos resultados finales constituyen en buena parte el tema del presente trabajo.

## ***II. BASES DE DATOS Y METODOLOGÍA***

### **II. 1. Segmentación y códigos UNESCO**

Para los efectos de esta investigación se define como investigador en biología, al profesional que trabaje en alguna rama de las ciencias biológicas y sea reconocido como tal por algún mecanismo idóneo, en nuestro caso el Programa de Promoción del Investigador (o PPI) del estado venezolano, o que publique sus resultados científicos en alguna revista propia de las ciencias biológicas indexadas por Web of Science / Institute of Scientific Information (WoS/ISI), todo ello independientemente de que la formación universitaria de tercer nivel del profesional no esté relacionada con esa disciplina del conocimiento.

Como primera aproximación a la definición de investigador en ciencias biológicas, se exploró el criterio de la Comisión de adscripción del PPI (vide infra) o mediante palabras claves que pudieran identificar el campo de acción de los investigadores, a veces, suministradas en sus CV. Empero, se observaron severas deficiencias en esas aproximaciones, cuando muchos investigadores

ampliamente reconocidos como biólogos no resultaban seleccionados. Debido a esas deficiencias se optó por otro sistema de clasificación.

Por ello, se acudió al sistema de clasificación del conocimiento desarrollado por la UNESCO<sup>1</sup> y mediante procesos interactivos se fueron definiendo, dentro de ese gran conjunto de códigos de disciplinas, aquellas que en nuestro criterio mejor representaban al prototipo de investigador en biología de Venezuela. En cualquier caso, para la selección de los criterios que definen la condición de investigador en biología, se optó por excluir a los médicos dedicados a investigación básicamente clínica o quirúrgica, profesionales de la psicología, psiquiatría, odontólogos, médicos veterinarios y aquellos profesionales de la agronomía, distantes de la biología.

La utilización de los códigos UNESCO a cuatro cifras para ramas de Ciencias de la Vida, Ciencias Médicas, Ciencias Agrarias, Química y Tecnología, permite reconocer un número importante de investigadores pertenecientes a estas disciplinas dentro del PPI. La descripción de esas disciplinas de acuerdo al nomenclador UNESCO se muestra en la tabla 1 donde se listan los grandes descriptores de área del conocimiento identificados por códigos UNESCO de dos (2) cifras junto a las disciplinas propias de cada área e identificadas por códigos UNESCO de cuatro (4) cifras.

## II. 2. Base de científicos venezolanos

Para evitar los problemas inherentes a la laboriosa e inefectiva recopilación de datos personales, mediante la utilización de formularios repartidos entre un grupo de académicos, (ver Hidalgo, 2005), se prefirió hacer uso de bases de datos más completas y que estaban disponibles. Una de ellas ha sido elaborada por uno de nosotros (JR) a partir de datos curriculares presentados al dominio público por el Sistema de Promoción al Investigador del Observatorio Nacional de Ciencias y Tecnología ([www.oncti.gob.ve](http://www.oncti.gob.ve)).

Esa base se comenzó con la data del Censo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT)

*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

del año 1983 y fue completada con información cruzada obtenible del Registro Electoral Permanente del Estado venezolano. La base de científicos venezolanos así construida contiene datos curriculares y personales. Algunas veces, esos datos fueron recabados mediante solicitud a título individual o tomada de los sistemas de información de personal, de las diversas universidades públicas o privadas o centros de investigación nacionales. En cualquier caso, toda su información es del dominio público.

En esa base de científicos se trata de identificar a los autores mediante al menos dos apellidos y dos nombres. A cada autor se le asigna sus diversas posibles filiaciones académicas tomándose la última en el tiempo, como la principal.

Actualmente la base de científicos tiene 44.155 entradas validas, de los cuales, unos 2.493, corresponden al Censo de 1983 (con 641 son comunes con el PPI), otros 11.850 científicos venezolanos parcialmente caracterizados y, finalmente, 18.373 científicos extranjeros con poca información personal aunque plenamente identificados por su filiación académica.

**Tabla 1.** Códigos UNESCO para las principales disciplina de la biología

AREA	CODIGO (2)	DISCIPLINA	CODIGO
QUIMICA	23	BIOQUIMICA	2302
CIENCIAS DE LA VIDA	24	BIOQUIMICA	2403
		BIOLOGIA ANIMAL	2401
		BIOLOGIA VEGETAL	2417
		BIOFISICA	2406
		NEUROCIENCIAS	2490
CIENCIAS DE LA TIERRA / ESPACIO	25	OCEANOGRAFIA	2510
CIENCIAS AGRARIAS	31	VETERINARIA	3109
CIENCIAS MEDICAS	32	CIENCIAS CLINICAS	3201
CIENCIAS TECNOLOGICAS	33	BIOTECNOLOGIA	3302

## II. 3. Base de publicaciones

Esta recoge los trabajos publicados desde alguna institución venezolana y se conformó a partir de la base de datos 'Web of Science' (WoS) del *Institute of Scientific Información* (ISI). Ella abarca el período comprendido entre los años 1981 y el 2009. Esta base fue especialmente diseñada para el análisis de indicadores de tipo bibliométricos y para ser administrada por un sistema de programas de computación denominado BIBLIOS<sup>2</sup>. Su concepción y concreción fue obra de un equipo de programadores de la Fundación Universidad Metropolitana, institución que ejerce la propiedad intelectual del programa.

Para traducir los datos crudos ofrecidos al público por el WoS/ISI, utilizamos una utilidad desarrollada denominada ISI2BIB. Esta permite construir una base tipo BIB a partir de un formato de texto simple tipo ISI (FN ISI Export Format Versión 1.0 del ISI desde su WoS). BIBLIOS es en realidad un sistema de programación cuando se toman en cuenta sus programas accesorios. Aisladamente es un programa con capacidad de edición, graficación y análisis en base a sentencias de lenguaje SQL, que permiten la segmentación (o filtraje) de la data, en base a parámetros como tipo de revista, año de publicación, filiación académica del autor, clasificación por disciplina científica (según el nomenclador de la UNESCO) o el Factor de Impacto (*Journal Impact Factor* o JIF del WoS). Es así que BIBLIOS puede dar directamente información sobre productividad nacional, institucional o personal.

Junto a BIBLIOS operan un grupo de programas accesorios para la manipulación, reparación y auditoria de bases tipo BIB, así como el mantenimiento y manejo de la base de científicos, la base de filiaciones académicas, la base de códigos UNESCO, la base de nombre de ciudades o países y, finalmente, la base de Revistas con sus Factores de Impacto. Otro programa accesorio, denominado BIB2NET, permite transformar una base tipo BIB en un juego de archivos tipo PJK, NET, CLU y VEV, propios del sistema de análisis de redes denominado PAJEK<sup>3</sup>. Pajek es un software para el análisis y visualización de redes sociales, desarrollado en la

universidad de Ljubljana, Slovenia, por Vladimir Batagelj y Andrej Mrvary.

La base de publicaciones (tipo BIB) utilizada en el presente estudio registra todas las publicaciones indizadas en el ISI WoS entre los años 1981-2009 y donde al menos aparece una vez en la dirección de alguno de los autores la palabra “Venezuela”. La recopilación de datos para la base de autores la inicio el doctor Manuel Bemporad quien se la transfirió a uno de nosotros (JR) en el año 2000. En ese año se comenzó a transformar su formato y arrancó la depuración de sus entradas las cuales se prestan a confusión y presentan un cierto nivel de error. En primera instancia, se uniformó el contenido de la base, de forma que sólo presentara artículos sujetos a arbitraje por pares externo. Esa decisión implica remover de los listados originales del WoS/ISI, todas las entradas que llevan el descriptor “DT=ME” y que corresponde a resúmenes a congresos (*abstracts*).

Sin embargo, el mayor problema de las entradas crudas del WoS/ISI, es la inadecuada identificación de los autores de las publicaciones y la correcta asignación de su filiación académica. Si bien en los últimos dos años ISI ha hecho un esfuerzo para corregir esa deficiencia, la mayor parte de la data está pobremente identificada y se presta a confusión. El caso típico es el de las mujeres y sus apellidos de soltero/casada en ausencia de una convención de uso. El otro caso típico, es el de autores con apellidos comunes en la región que sólo usan uno para identificarse, o el de quienes en vez del nombre completo se restringen a la inicial. Los autores de la base de publicaciones utilizada por nosotros, han sido correctamente identificados, mediante algoritmos de comparación inteligente con los datos presentes en la base de científicos. Ambas bases, la de científicos y la de publicaciones, son dinámicas y se retro-alimentan continuamente con cada actualización de los registros provenientes del ISI/WoS o del PPI.

Otra fuente significativa de error la representa la asignación a nuestro país de publicaciones que no tienen nada que ver con nosotros. Por ejemplo, muchas o casi todas las entradas corres-

pondientes a trabajos en el área de biotecnología, realizados en la ciudad de Mérida en Yucatán (México) o del área de psiquiatría en la ciudad de Mérida en España, son automáticamente asignadas a la ciudad de Mérida en los Andes venezolanos. Igualmente ocurre con trabajos de ciencias sociales o de matemáticas realizados en institutos de investigación, localizados en avenidas o calles con el nombre de Venezuela, en ciudades de países como Perú y Brasil. En general, se puede decir que hasta un 20% de los registros iniciales recuperados del WoS pueden contener errores.

El total de publicaciones de Venezuela extraídas del WoS/ISI para el período 1981-2009 fue de 85.322 (entradas que corresponden a autores venezolanos y sus colegas extranjeros) que han producido 20.708 trabajos científicos. Del gran universo de colaboradores se pueden identificar a 30.684 autores individuales. Eso representa un promedio de 2,78 autores por publicación hecha en Venezuela.

En términos prácticos, la base BIB probablemente represente tres cuartos de las publicaciones que un autor registre como suyas en los años que esta cubre. La base de científicos junto con la base de publicaciones científicas venezolanas es responsabilidad de uno de los autores (JR).

## II. 4. Redes Académicas

Las redes de colaboración de los investigadores en biología son analizadas mediante métodos y prácticas de teoría de grafos, lo que permite hacer su representación espacial y describir las relaciones existentes entre instituciones nacionales y países. Para construir las redes se utilizan a las publicaciones del WoS/ISI, determinando las asociaciones entre los individuos (coautorías) y, a partir de estas, agrupar a las instituciones y países según corresponda. Específicamente, para cada publicación se obtiene la lista de autores  $N$ , y se construye el conjunto de  $N*(N-1)/2$  enlaces que representan a las relaciones entre estos. La red resultante, es procesada nuevamente mediante la agregación de los individuos en conjuntos, basados en su pertenencia a una institución nacional o extranjera.



Finalmente las instituciones extranjeras son consolidadas según el país de su ubicación. Este procedimiento permite crear redes donde se muestran relaciones entre las instituciones académicas nacionales y los países.

### **III. RESULTADOS**

#### **III.1. Investigadores del PPI**

La base de datos del PPI presenta una lista de 12.153 personas que se han registrado en el programa desde su comienzo en el año 1990. Este número incluye 228 personas que no completaron su solicitud, por lo cual solo fueron registrados 11.925 aspirantes. De estos, fueron seleccionados por las Comisiones de Area para ingresar al programa 8.870 profesionales desde el año 1990 hasta el año 2008.

Las Comisiones son instancias encargadas de clasificar los investigadores en los diferentes niveles del Programa de acuerdo al desempeño. Las Comisiones son:

- 1) **Comisión de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBCS)**, cuya lista de investigadores tiene 2.095 entradas;
- 2) **Comisión de Ciencias del Agro y Ambientales (CAA)** con un total de 1.377 entradas;
- 3) **Comisión de Ciencias Físicas Químicas y Matemáticas** con 1.223 entradas;
- 4) **Comisión de Ingeniería, Tecnología, y Ciencias de la Tierra** con 1.261 miembros; y
- 5) **Comisión de Ciencias Sociales** con 2.914 personas.

De los 8.870 miembros del PPI, 4.615, o sea el 52% son del género femenino, y 4.255 (48 %) del género masculino. La tabla 2 resume buena parte de la abundante información sobre los datos personales de estos profesionales derivados de sus CV, como son cursos de estudio, los títulos obtenidos y la afiliación académica

laboral. Por ejemplo, muestra que el nivel educacional de la población total de los ingresados al programa PPI es notablemente elevado, teniendo más de la mitad de los miembros el título de doctor. Interesantemente el número de doctores de sexo masculinos es algo mayor, alrededor del 1%, que el de sexo femenino, revertiéndose la situación para los casos de la maestría y la licenciatura donde el género femenino supera al masculino en un 6 % y 5 %, respectivamente.

Los niveles alcanzados por los investigadores venezolanos en la escala de clasificación del PPI son mostrados. En este caso también se nota una interesante tendencia con respecto a la distribución de los géneros en los diferentes niveles del PPI. En los primeros dos niveles, el de candidato y el nivel 1, hay una clara predominancia femenina que ya se invierte en el nivel 2, haciéndose mucho mayor el número de los hombres en los niveles superiores.

La figura 1, muestra la distribución de edades de los 8.870 investigadores, de acuerdo al género. El promedio aritmético ( $\pm$  s.e.m) de la edad del total de los investigadores es de  $48,5 \pm 0,11$  años. El promedio de edad de las 4.615 mujeres es  $47,6 \pm 0,1$ , mientras que el promedio de edad de los 4.255 hombres es de  $49,0 \pm 0,2$  años. Estos valores son muy parecidos a los valores obtenidos de las curvas de distribución Gaussiana.

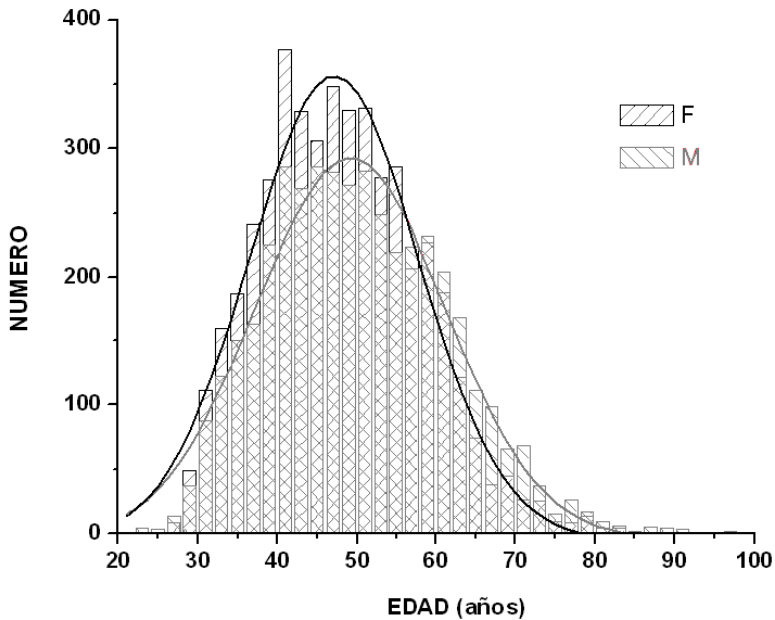
La figura 2, muestra en términos porcentuales, para la pirámide poblacional de la membresía total del PPI, la desviación de cada género del valor nominal de distribución esperada o del 50%. Puede observarse como el componente femenino del PPI supera al masculino debajo de los 55 años de edad en un promedio que casi llega al 2%.

Debido a que limitaremos el análisis demográfico y de las publicaciones de los biólogos venezolanos al quinquenio 2004 al 2008, a título de referencia se incluye la tabla 3 la cual recoge el mismo tipo de información dada en la tabla 2 que se refiere a los miembros del PPI activos en ese período.

**Tabla 2.** Características de la membresía del PPI para el período 1990 al 2008

GRADO	I. NIVEL EDUCATIVO							
	FEMENINO		MASCULINO		TODOS			
	#	%	#	%	#			
DOCTOR	2423	49	2517	51	4940			
MAGISTER	1775	56	1407	44	3182			
LICENCIADO	329	55	268	45	597			
N/I	88	58	63	42	151			
	II. JERARQUÍA							
	FEMENINO			MASCULINO			TODOS	
	#	%	EDAD	#	%	EDAD	#	
CANDIDATO	1662	60	43,1	1119	40	43,3	2781	
NIVEL I	1921	52	48,3	1791	48	49,6	3712	
NIVEL II	800	48	51,6	872	52	52,5	1672	
NIVEL III	186	39	53,9	290	61	57,2	476	
NIVEL IV	39	20	63,1	157	80	61,8	196	
EMERITO	7	21	73,0	26	79	78,0	33	
	III. COMISIONES							
	FEMENINO			MASCULINO			TODOS	
	#	EDAD		#	EDAD		#	
CAA	661	46,7		716	49,3		1377	
CBCS	1256	47,4		839	52,1		2095	
CFQM	430	45,1		793	49,1		1223	
CS	1779	49,2		1135	50,9		2914	
ITCT	489	44,2		772	45,9		1261	

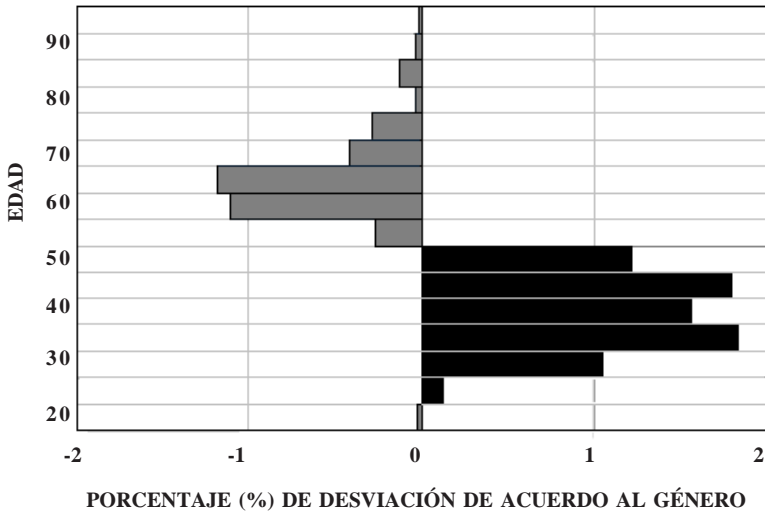
Esa membresía del PPI la componen 7.870 investigadores, de los cuales 4.226 son del género femenino (53,7%), con una edad promedio de  $46,9 \pm 0,2$  años, y los restantes 3.644 son del género masculino (46,3%), con una edad promedio de  $48,5 \pm 0,2$  años. Siendo esto así, las investigadoras en biología son proporcionalmente mayor en número y ligeramente menor en edad que las de la población de la cual provienen, mientras que, para el género masculino, dentro del campo de la biología ellos son proporcionalmente menos y bastantes más viejos.



**Figura 1.** Histograma de la distribución de edad de la membrecía del PPI en ventanas de dos (2) años. Las curvas representan a las funciones de distribución normal (Gaussiana) que mejor describen la data. Negro para el género femenino con centralidad de 47,16 años con  $\sigma = 10,6$ . Gris para el género masculino con centralidad de 49,16 años con  $\sigma = 11,9$ .

### III. 2. Investigadores del PPI en biología

Durante la vigencia del PPI, o sea desde el año 1990 hasta el año 2008, el número de aspirantes que se ha podido clasificar como biólogos, utilizando los criterios delineado en la primera sección de Métodos, fue de 1.941 profesionales. De ellos, 1.152 (59%) son mujeres y 789 (41%) son hombres. Como ya se ha explicado, la escala temporal se redujo y sólo se consideraran a los miembros activos en el Programa de Promoción al Investigador, entre los años 2004 y 2008. El universo queda confinado, así, a 1.656 investigadores, de los cuales 1.007 son del género femenino (61%) y 649 son del género masculino (39%).



**Figura 2.** Pirámide demográfica de la membresía del PPI (1990 al 2008) que muestra la desviación de cada género del valor esperado como función de la edad. Abscisa; lado izquierdo corresponde al género masculino. Lado derecho al género femenino. Ordenada en ventanas de cumulativas de cinco (5) años.

En la tabla 4 se observa que el número de investigadores del género femenino en biología, con doctorado, maestría y licenciatura, es superior al de los investigadores masculinos en un 60%. Con respecto a los niveles jerárquicos del PPI, hay una clara mayoría de las biólogas clasificadas como Candidatas, Nivel 1 y Nivel 2, en contraste con los niveles superiores en los cuales los investigadores del género masculino dominan. El énfasis sobre el parámetro 'género' de los miembros del PPI, se justifica por el interesante cambio que está ocurriendo con él, y sobre el cual elaboraremos en la discusión.

De acuerdo con el mecanismo de clasificación adoptado, la mayoría de los miembros del PPI, que hemos identificado como investigadores en biología, aparecen en las listas correspondientes a la CBCS (1.054) y a la CAA (494). Sin embargo, hay unos pocos biólogos que aparecen incluidos en las lista de las Comisiones de

**Caputo, Requena y Vargas**

Física, Química y Matemática (CFQM), Ingeniería, Tecnología, y Ciencias de la Tierra (ITCT) y Ciencias Sociales (CS). Si bien el número es pequeño, la inclusión de personas identificadas como biólogos en las listas de esas últimas comisiones sugiere que la práctica de la investigación en biología abarca muchos ámbitos del conocimiento.

**Tabla 3.** Características de la membresía del PPI para el quinquenio 2004-2008.

<b>I. NIVEL EDUCATIVO</b>							
<b>GRADO</b>	<b>FEMENINO</b>		<b>MASCULINO</b>		<b>TODOS</b>		
	#	%	#	%	#		
DOCTOR	2201	51	2108	49	4309		
MAGISTER	1646	57	1249	43	2895		
LICENCIADO	290	56	225	44	515		
N/I	89		62		151		
Total	4226		3644		7870		
<b>II. JERARQUÍA</b>							
	<b>FEMENINO</b>			<b>MASCULINO</b>			<b>TODOS</b>
	#	%	EDAD	#	%	EDAD	
CANDIDATO	1500	61	42,9	950	38	43,1	2450
NIVEL I	1723	54	47,2	1456	46	47,4	3179
NIVEL II	780	50	51,9	794	50	51,3	1574
NIVEL III	179	40	55,5	272	60	56,3	451
NIVEL IV	38	20	63,3	154	80	61,2	192
EMERITO	6	25	72,0	18	75	77,7	24
<b>III. COMISIONES</b>							
	<b>FEMENINO</b>		<b>MASCULINO</b>		<b>TODOS</b>		
	#	EDAD	#	EDAD	#		
CAA	648	46,7	702	49,3	1350		
CBCS	1101	46,4	630	50,0	1731		
CFQM	362	44,1	644	47,3	1006		
CS	1677	48,8	1034	50,1	2711		
ITCT	438	44,0	634	44,8	1072		

**Tabla 4.** Características de los investigadores en biología del PPI por el lapso 2004-2008.

GRADO	I. NIVEL EDUCATIVO				
	FEMENINO		MASCULINO		TODOS
	#	%	#	%	#
DOCTOR	520	59	362	41	882
MAGISTER	377	65	200	35	577
LICENCIADO	100	59	70	41	170
N/I	10	37	17	63	27
Total	1007		649		1656

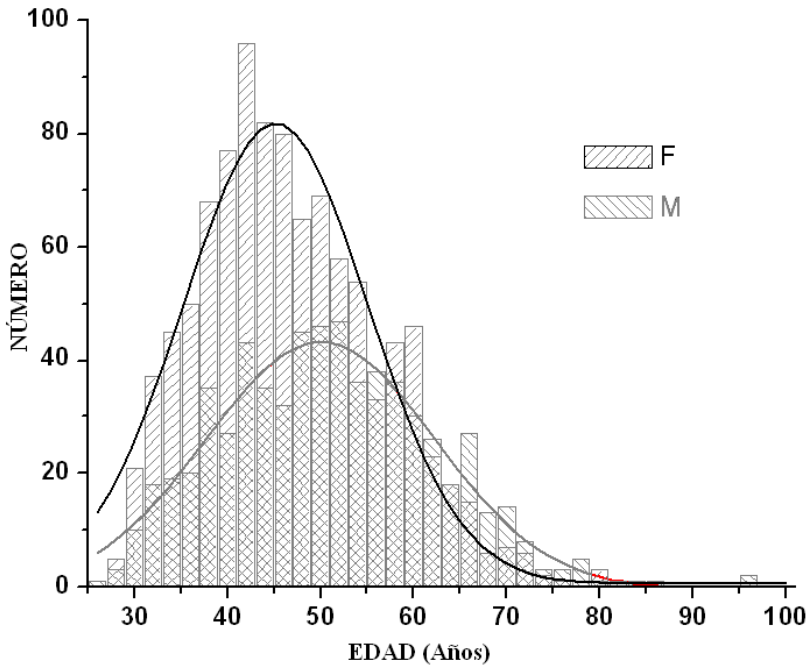
  

	II. JERARQUÍA						
	FEMENINO			MASCULINO			TODOS
	#	%	EDAD	#	%	EDAD	#
CANDIDATO	269	75	40,0	89	25	40,5	358
NIVEL I	438	63	46,1	256	37	47,5	694
NIVEL II	236	56	50,3	188	44	52,2	424
NIVEL III	52	46	54,5	60	54	56,4	112
NIVEL IV	12	20	66,0	47	80	62,4	59
EMERITO	1	11	81,0	8	89	82,4	9

	III. COMISIONES				
	FEMENINO		MASCULINO		TODOS
	#	%	#	%	#
CAA	255	52	239	48	494
CBCS	676	64	378	36	1054
CFQM	14	67	7	33	21
CS	7	64	4	36	11
ITCT	55	72	21	28	76

La figura 3, muestra, en sobre posición, los dos histogramas de la distribución de edad de los biólogos de acuerdo al género. El promedio aritmético de la edad para la población femenina es de  $46,3 \pm 0,2$  años mientras que para la población masculina, el valor es de  $50,4 \pm 0,4$  años y ellos nos son muy diferentes a los valores centrales de las Gaussianas reportados en la leyenda de la figura.



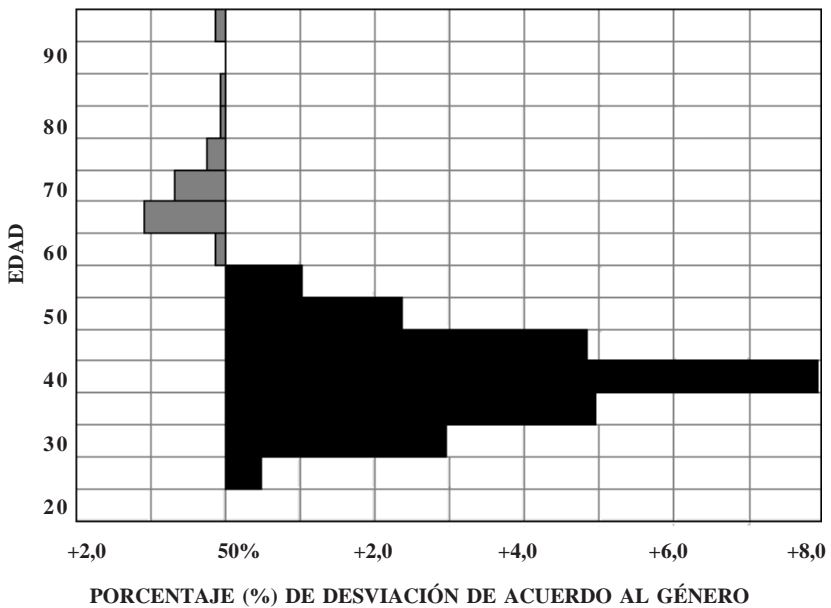
**Figura 3.** Histograma de la distribución de edad de los investigadores en biología del PPI en el quinquenio 2004-2008 agrupados en ventanas de dos (2) años. Las curvas representan a las funciones de distribución normal que mejor describen la data. Negro para el género femenino con centralidad de 45,19 años con  $\sigma = 9,9$ . Gris para el género masculino con centralidad de 50,02 años con  $\sigma = 12,3$  de edad.

La figura 4, muestra en forma de pirámide la desviación porcentual del valor del 50% para cada género que conforma la población de investigadores en biología miembros del PPI. Puede verse como debajo de los 55 años de edad, y para el grupo entre 40 a 44 años de edad, el componente femenino supera al masculino por una fracción cercana al 8%. La data pone en clara evidencia el fenómeno de feminización de nuestra ciencia que se empezó a visualizar en la figura 2.



### *Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

Los datos relativos al nivel de formación universitario (tercer nivel) de los investigadores en biología del PPI activos en el lapso 2004-2008, presentados en la tabla 5, confirman que numerosos estudiosos de la biología no son graduados de biólogos sino de carreras conexas como medicina, agronomía y bioanálisis. También figuran químicos, farmacéutas e ingenieros, entre otros, que se dedican a llevar a cabo investigación en biología.



**Figura 4.** Pirámide demográfica de los investigadores en biología del PPI para el lapso 2004-2008. Abscisa; lado izquierdo de la marca de 50% corresponde al género masculino. Lado derecho al género femenino. Ordenada en ventanas de cumulativas de cinco (5) años.

La figura 5, muestra la serie histórica del nivel absoluto y relativo de participación de los investigadores en biología dentro de la membresía del PPI. En el gráfico la línea de color negro punteada representa la membresía general del Programa mientras que la línea negra continua con triángulos, representa el número absoluto de investigadores en biología. Esta muestra un crecimiento

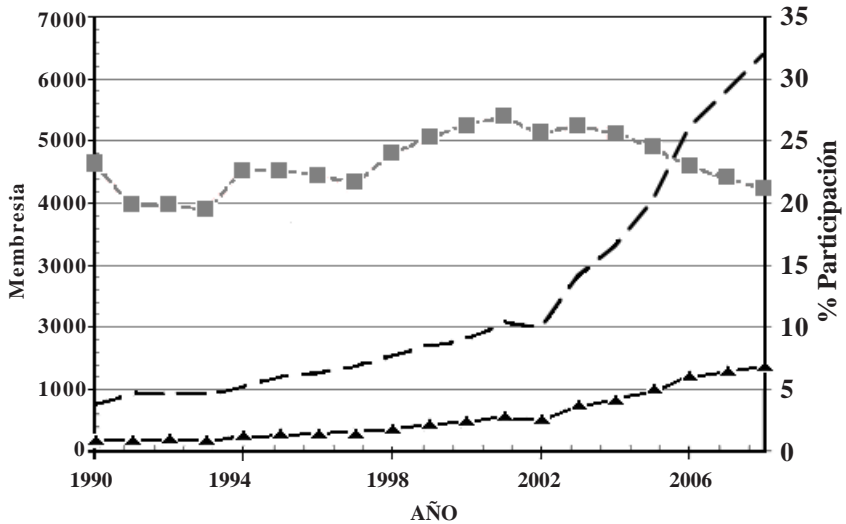
sostenido que va, de 172 investigadores identificados en el año 1990, a 1.356 investigadores registrados en el año 2008. El ligero incremento en la membresía a partir del bienio 2002/2003 proviene del cambio de los estatutos del Programa y de la flexibilizaron los criterios de evaluación para el acceso y promoción. En esa reforma, los criterios fueron suavizados para admitir como validas otro tipo de publicaciones distintas a las indizadas en el ISI/WoS.

**Tabla 5.** Distribución de los biólogos del PPI por formación universitaria y Comisión de Area para el periodo 2004-2008.

LICENCIATURA	COMISIÓN DEL PPI					TOTAL
	CAA	CBS	CFQM	ITCT	CS	
BIOLOGÍA	339	452	2	25	1	819
AGRONOMÍA	82	14	--	4	1	101
BIOANÁLISIS	14	203	2	5	2	226
MEDICINA	--	216	--	--	1	217
EDUCACIÓN	6	32	--	1	--	39
QUÍMICA	9	23	11	18	--	61
FARMACIA	--	18	2	5	--	25
INGENIERÍA	3	7	3	10	1	24
OTRAS	6	15	--	5	3	29
N/I	35	74	1	3	2	115

Lo que a primera vista podría parecer un progreso continuo de la biología en Venezuela en realidad no lo es. En efecto, a pesar de que ha habido un aumento en el número absoluto de biólogos en el PPI, la serie histórica correspondiente al porcentaje de investigadores en biología (representados por la línea gris con marcadores cuadrados) referidos a la membresía del total del Programa, (y representados por la línea negra punteada), muestra que hasta el cambio de estatutos del Programa, el nivel de participación se

mantuvo más o menos estable oscilando entre 20% y el 25% del total general. A partir de ese momento, el nivel de participación de los biólogos en la comunidad de investigadores venezolanos, ha entrado en franca caída, llegando casi a los niveles que tuvo al inicio del Programa en el año 1990 y que estuvo debajo del 20%. En el año 2008, el PPI tenía registrado a 1.356 biólogos.



**Figura 5.** Serie histórica del nivel de participación de los investigadores en biología en el PPI en términos absolutos (ordenada izq.) y relativo (ordenada der.). (descripción en el texto).

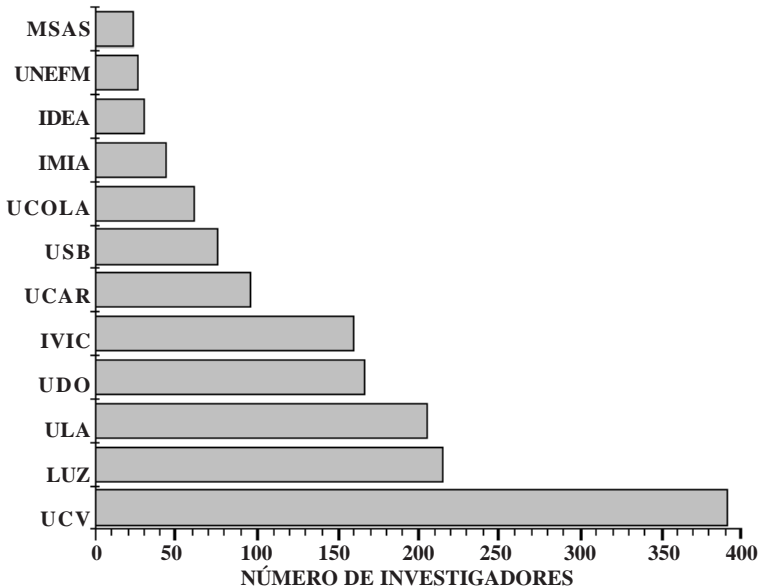
### III. 3. Distribución institucional

La tabla 6, recoge la distribución institucional, en términos absolutos y de acuerdo a la jerarquía, de los biólogos miembros del PPI para el lapso 2004-2008. Los datos indican que la mayoría de esos investigadores en están concentrados en muy pocas instituciones. De hecho, de los 1.656 investigadores 1.447, o sea el 88,6 %, están trabajando en 10 instituciones entre las cuales se encuentran las 7 más importantes universidades nacionales junto a los tres institutos de investigación más destacados del país. Los 189 biólogos miembros del PPI restantes se encuentran dispersos en 42 instituciones. La tabla también muestra que, dentro de ciertos

límites, el nivel alcanzado por los biólogos en la escala del PPI tiene alguna relación con el número total de biólogos dentro de la institución. Esa data se recoge en forma gráfica en la figura 6.

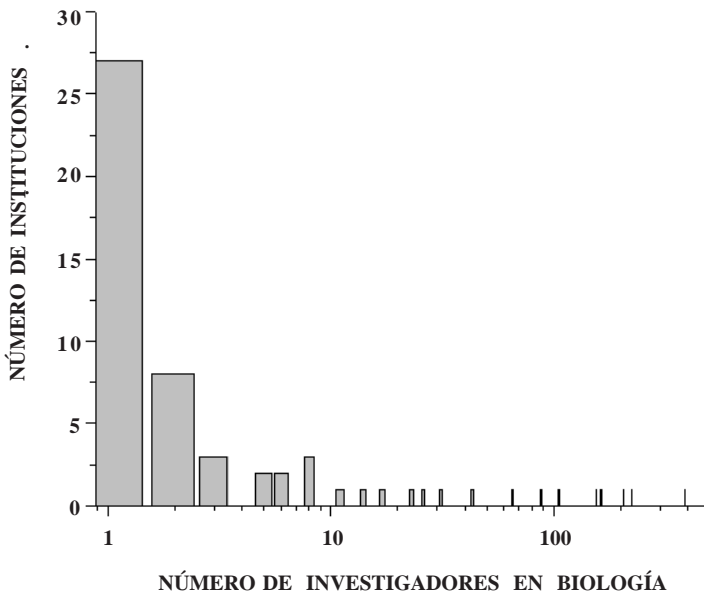
**Tabla 6.** Distribución institucional de los biólogos del PPI para el periodo 2004-2008.

INSTITUCION	NIVEL JERARQUICO						TOTAL
	CAN	I	II	III	IV	EME	
UCV	62	166	109	36	15	3	391
LUZ	36	99	63	13	3	1	215
ULA	41	90	48	14	11	1	205
UDO	38	68	50	9	2		167
IVIC	27	62	34	13	22	1	159
UC	28	44	21	2	1		96
USB	20	22	20	13	3		78
UCOLA	25	19	14	3			61
INIA	13	24	5	2		3	47
IDEA	6	12	8		2		28
subTOTAL	296	606	372	105	59	9	1447
OTRAS	62	88	52	7			209
TOTAL	358	694	424	112	59	9	1656



**Figura 6.** Distribución de biólogos en las doce principales instituciones.

En la figura 7, se presenta la distribución institucional del total de los biólogos activos en el PPI durante el quinquenio 2004-2008. En ese gráfico, la abscisa se presenta en escala logarítmica para mejor visualización de la gran asimetría en la distribución de los biólogos en las instituciones venezolanas. Hay que notar que en este gráfico se muestra que hay 27 instituciones con un solo biólogo. De acuerdo a lo mostrado en la tabla 6, esta situación coincide con el hecho de que la mayoría de estos biólogos se encuentra en los niveles jerárquicos más bajos del PPI; se trata de personas que recién ingresadas a la carrera de investigador.



**Figura 7.** Distribución de los biólogos en todas las instituciones. Descripción en el texto.

### **III. 4. Los publicadores en biología**

La base de publicaciones venezolanas indizadas en el ISI/WoS desde el año 1981 al año 2009 fue filtrada dentro del ambiente BIBLIOS para seleccionar las publicaciones del área de la investigación en biología utilizando el mismo algoritmo SQL utilizado

para filtrar la base de científicos. Ese filtro selecciona las revistas propias del área así como los artículos referidos a los códigos UNESCO que definen al investigador en biología, desechando al resto.

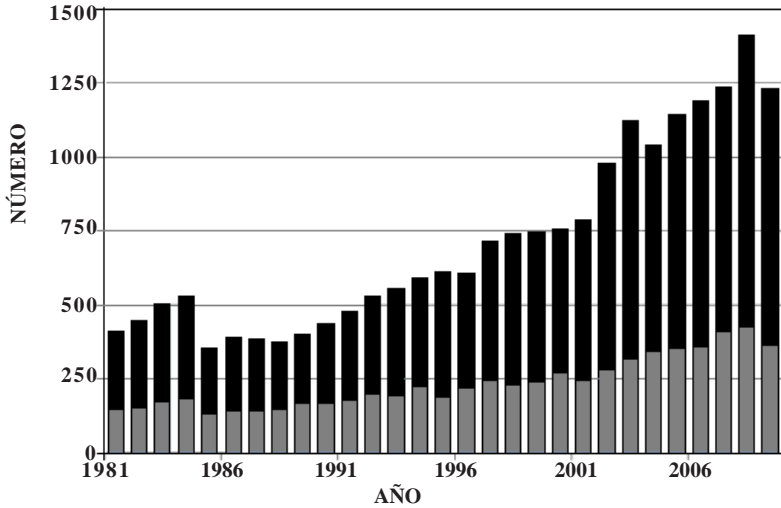
El total de publicaciones relativas a la biología extraídas de la base de publicaciones del WoS/ISI fue de 6.823 trabajos científicos desde el año 1981 hasta el 2009 para todas las instituciones – nacionales y extranjeras. Participaron en esa producción 29.670 profesionales de los cuales 12.642 pueden ser identificados con una entrada o más, o sea que son el número de autores individuales. La relación entre autores totales y autores individuales arroja que en promedio, 2,78 publicadores venezolanos participaron en cada trabajo publicado. Si se filtra reduciendo el universo a Venezuela – solo las instituciones nacionales– se reduce el número de profesionales totales a 19.025 con 5.795 autores únicos.

La figura 8, revela que a lo largo de tres décadas, las publicaciones en el área de la biología en Venezuela muestran un incremento sostenido en términos absolutos, pasando de unas 144 publicaciones a principios de la década de los 80, a 354 en el año 2005 y 361 artículos durante el año pasado, con un máximo de 426 publicaciones en el año 2008. El promedio de publicaciones para la década bajo estudio fue de 337 publicaciones. Cuando estos números son analizados en términos relativos se obtiene que las publicaciones en biología constituyen una fracción respetable de todas las publicaciones nacionales, mostrando un promedio de 34%. Sin embargo, en los últimos ese nivel de participación ha venido disminuyendo sensiblemente.

Si la base de publicaciones venezolanas en biología derivada del ISI/WoS es segmentada al período correspondiente a los últimos diez años, el total de publicaciones en biología fue de 17.750 entradas que abarcan un total de 8.919 autores individuales que produjeron 3.367 trabajos científicos para la década 2000 al 2009 (ambos inclusive). Estos números implican que en la última década, en promedio de 2,94 publicadores venezolanos participan en la producción de cada trabajo registrado por el ISI/WoS. Si se

*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

consideran sólo los autores miembros del PPI y como lo revela la tabla 7 el promedio baja a 1,44 biólogo-autor PPI/trabajo.



**Figura 8.** Serie Histórica del nivel absoluto de participación de las publicaciones en biología en el total de producción nacional.

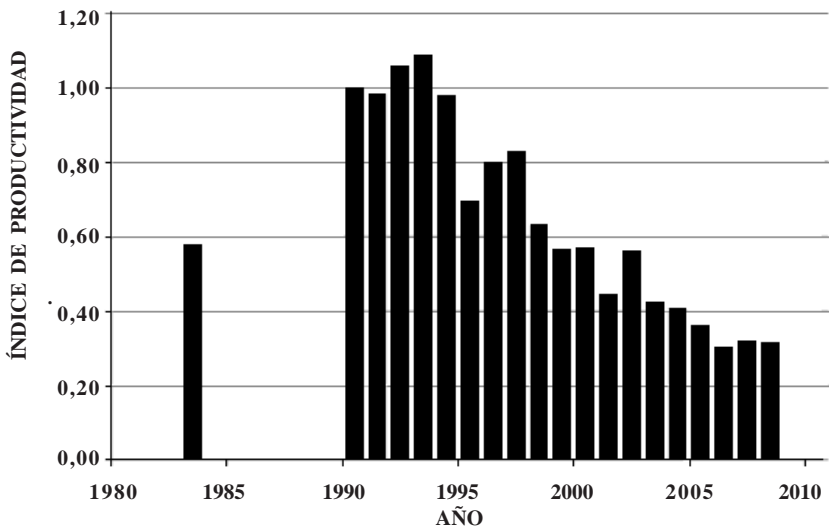
**Tabla 7.** Publicaciones, Número de publicadores en biología y su participación en el PPI en el quinquenio 2004-2008.

Año	# artículos (biología)	# de coautores	Autores (> 2 art.)	%coautores /PPI	%Autores /PPI
2004-2008	1.899	2.736	1.489	73,5%	90%
2004	346	718	561	78%	88%
2005	354	798	614	77%	85%
2006	361	796	588	74%	90%
2007	411	948	627	66%	92%
2008	427	962	633	66%	92%

La figura 9, recoge la serie histórica del índice de productividad de los biólogos venezolanos tomado como la relación del número de

publicaciones en biología indexadas por el WoS/ISI referidas al número de investigadores en biología miembros del PPI para cada año en particular. La productividad en biología subió apreciablemente a principios de la década de los noventa llegando a valores que superaron una publicación por año y por autor, para descender de una manera continua y substancial a un tercio del valor máximo en la actualidad. En cualquier caso, los índices de productividad de los biólogos venezolanos son aproximadamente el doble del promedio nacional de los investigadores para todas las disciplinas científicas.

La tabla 7, muestra el nivel de participación en el PPI de quienes publicaron artículos de biología en el WoS/ISI durante el quinquenio 2004 al 2008. Se observa que 1.899 artículos indexados han sido producidos por 2.736 investigadores, de los cuales y en promedio para el periodo, 73,5% de ellos eran miembros del PPI. Si se reduce el universo de investigadores a aquellos que tienen más de una publicación o ‘autores’, el porcentaje de participación en el PPI asciende a 90%, en promedio para el quinquenio.



**Figura 9.** Serie Histórica de la productividad de los publicadores en biología.



La tabla 8, reporta el número de publicadores en biología y sus publicaciones, junto a la productividad derivada para las dos fuentes de información usadas en este trabajo de acuerdo a la institución académica a la que prestan sus servicios. Allí se observa que las dos fuentes de información coinciden en señalar a las principales instituciones académicas venezolanas como las más productivas, liderizadas por el IVIC y la UCV.

La tabla 9 reporta las publicaciones y la productividad derivada de las dos fuentes de información, en función del género o la categoría de los 1.656 biólogos venezolanos miembros del PPI. Allí se revela que la productividad depende del género, tanto para el caso de las publicaciones incluidas en los CV del PPI, como las publicaciones registradas en la base de datos WoS/ISI. Los hombres parecen ser más productivos que sus colegas del género femenino. En cuanto a la categoría, los biólogos funcionales parecen ser los más productivos.

### **III. 5. Medios de difusión del conocimiento**

La frecuencia de aparición de artículos en las diferentes revistas especializadas del área permite evaluar la calidad, heterogeneidad y visibilidad internacional de la investigación realizada en el área de biología por científicos venezolanos. La figura 10, muestra las principales revistas en las cuales los biólogos venezolanos publicaron sus resultados durante el período comprendido entre los años 2000 y 2009. Si bien INTERCIENCIA fue la revista que publicó más artículos un buen número de ellos aparecieron en revistas especializadas de prestigio internacional entre las cuales destacan los temas de parasitología y disciplinas afines.

### **III. 6. Distribución institucional de los publicadores en biología**

Una forma de apreciar la fortaleza de la investigación en el área de la biología en Venezuela es analizando el número de publicaciones reportadas para las instituciones más importantes. Esto es mostrado en la figura 11, en donde los datos se representan en términos porcentuales.

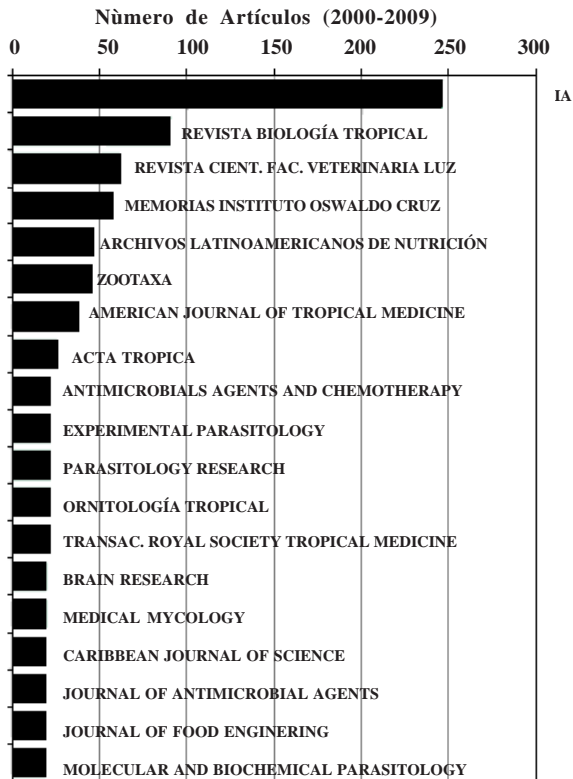
**Tabla 8.** Productividad de los biólogos venezolanos de diferentes instituciones de acuerdo a dos fuentes de data.

BIOLOGOS						
Fuente	PPI			WoS/ISI		
	2004 - 2008	Life		2004 - 2008	Life	
Lapso	Miembros	Artículos (CV)	Art/Miemb	Autores'	Artículos (ISI)	Art/Autor
UCV	391	8,382	21.4	310	3,032	9.8
LUZ	215	3,107	14.5	149	1,026	6.9
ULA	205	3,769	18.4	140	1,329	9.5
UDO	167	2672	16.0	113	670	5.9
IVIC	159	3,876	24.4	134	2,534	18.9
UCAR	96	1,225	12.8	52	352	6.8
USB	78	1,386	17.8	66	731	11.1
UCOLA	61	648	10.6	29	135	4.7
INIA	44	860	19.5	24	75	3.1
IDEA	30	550	18.3	27	273	10.1
UNEFM	26	388	14.9	19	117	6.2
otros	220	4,208	19.1%	123	529	4.3%

*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

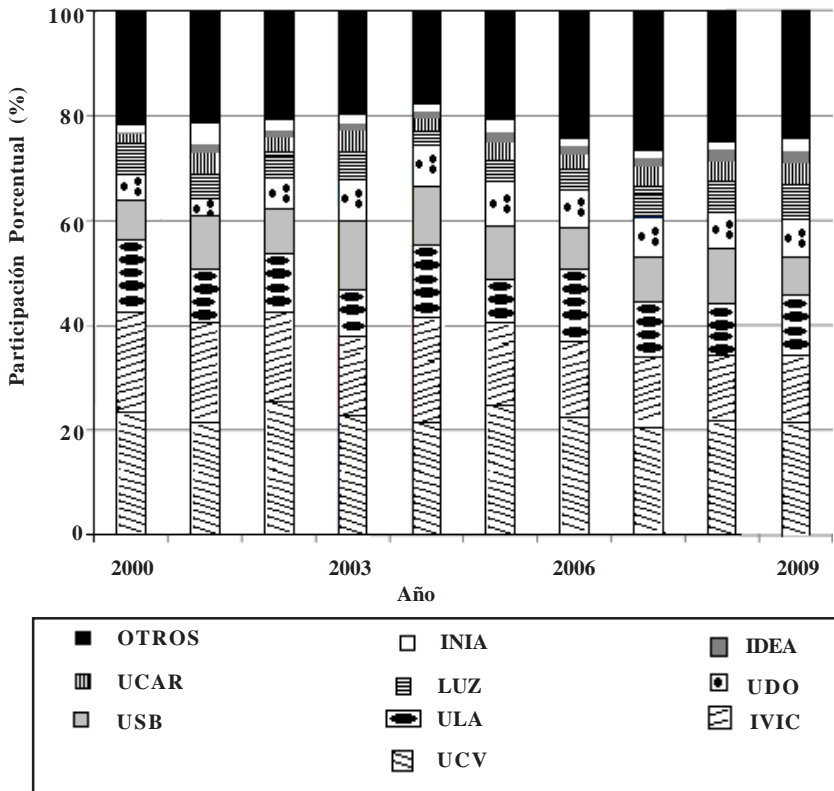
**Tabla 9.** Productividad y número de publicaciones de los biólogos venezolanos de acuerdo a género y categoría.

	PUBLICACIONES			
	PPI		ISI	
	TOTAL	pub/inv	TOTAL	pub/inv
FEMENINO	13907	13.74	4965	6.46
MASCULINO	15900	24.69	5736	8.91
TODOS	29867	18.04	10701	4.91
BIODIVERSIDAD	8951	18.42	2229	4.59
FUNCIONAL	6652	22.2	2957	9.86
BIOMEDICINA	10252	16.3	4099	6.51
BIOTECNOLOGIA	4012	16.6	1416	5.88



**Figura 10.** Principales revistas donde publican los biólogos venezolanos.

La figura 11, revela que las publicaciones en el área de la biología se realizan fundamentalmente en 9 instituciones, de las cuales 6 son universidades y 3 son institutos de investigación del Estado. Se aprecia que la UCV tuvo durante la última década el mayor porcentaje de las publicaciones siendo este del orden del 22%. El IVIC, ULA USB, UDO y LUZ han tenido un comportamiento similar. El resto de las otras instituciones sectoriales – que suman 184- producen un 20% de todas las publicaciones pero ese nivel de participación se percibe que viene en aumento en detrimento de los otros productores que no son UCV.



**Figura 11.** Serie histórica del nivel de participación de las principales instituciones académicas venezolanas que llevan a cabo investigación en biología.

### **III. 7. Demografía de los publicadores en biología.**

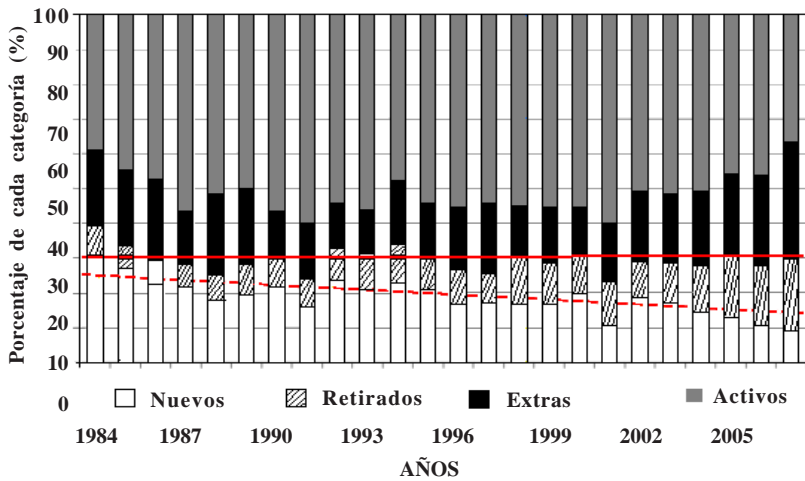
La existencia de una base de datos de científicos venezolanos plenamente identificados permite realizar un análisis demográfico al relacionarla con la base de datos de las publicaciones desde Venezuela. Los publicadores pueden ser segmentados en cuatro categorías de acuerdo al tipo de actividad que llevan a cabo como productores de trabajos científicos, obteniéndose así, una medida de su dedicación laboral. La segmentación adoptada permite estudiar la edad promedio de los integrantes de cada uno de esos segmentos profesionales. Las condiciones aplicables a cada una de las cuatro categorías seleccionadas, a saber, “Activo”, “Jubilado”, “Nuevo” y “Extra”, se especifican mediante una tabla de verdad en la tabla 10.

**Tabla 10.** Tabla de verdad para la segmentación de los publicadores de acuerdo a su dedicación profesional.

<b>CONDICIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>EN</b>	<b>DESPUÉS</b>
ACTIVOS	SI	SI	SI
JUBILADOS	SI	SI	NO
NUEVOS	NO	SI	SI
EXTRAS	NO	SI	NO

Su implementación se lleva a cabo dentro de la base de publicadores con el auxilio del programa BIBLIOS abarcando toda los años de vigencia de la base de datos. Como primer paso se selecciona un año dado en la base de publicaciones BIBLIOS y de seguida se aplica la tabla de verdad a todos los publicadores. Los “Activos” son todos aquellos publicadores que registran alguna entrada en la base de datos antes y después del año base seleccionado. Los “Jubilados” son todos aquellos que publicaban

solamente antes del año base seleccionado, es decir, a partir de ese año ya no lo vuelven a hacer. Los “Nuevos” son todos aquellos que no publicaban antes del año seleccionado pero si lo hacen a partir de ese año y continúan haciéndolo después. Finalmente, los “Extras” son todos aquellos que publicaron solamente ese año (se estima que son estudiantes que publicaron algún resultado de sus tesis y que más nunca volvieron a hacer ningún trabajo de investigación).



**Figura 12.** Serie histórica del nivel relativo de participación de las diversas categorías profesionales de los publicadores venezolanos en biología.

En la figura 12. se aprecia la serie histórica del comportamiento relativo de las diversos niveles de compromiso laboral de los publicadores venezolanos en el área de la biología. Mientras que un despliegue de la data en términos absolutos mostraría un sostenido incremento en todas las condiciones laborales analizadas, su visualización en términos porcentuales (referidas al total de cada año, el cual se considera como el 100%) permite detectar algunos hechos muy interesantes. En efecto, los “Nuevos” junto a los que se retiran o “Jubilados” representan durante las tres últimas décadas un 30% del personal dedicado a la investigación en

biología. Correspondientemente, los publicadores “Activos” junto a los “Extras” alcanzan un 70% de los publicadores en biología.

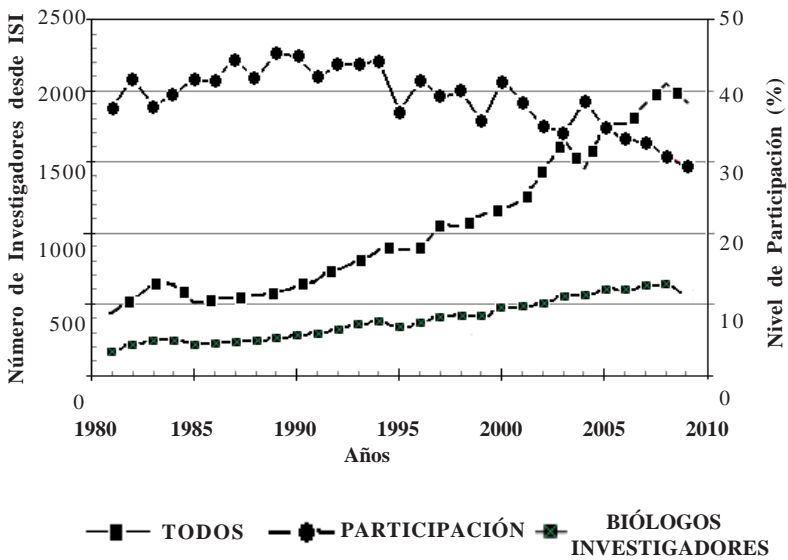
Es evidente que con el pasar del tiempo, más investigadores están abandonando el sistema. Mientras que en la década de los 80 un 7% del total dejaba cada año de hacer investigación en biología, durante los últimos años ese porcentaje se ha duplicado. Esa pérdida de talento no es compensada con el ingreso de nuevos investigadores. Es así que en la década de los 80 ellos representaban el 25% de los biólogos mientras que en los últimos años apenas llegan a ser el 14%. Por el lado de los publicadores “Activos”, es evidente también que después de haber alcanzado un porcentaje alto de presencia, en los últimos años su nivel de participación ha venido disminuyendo, cubriendo su ausencia los publicadores de la categoría “Extras”.

La figura 13. recoge la serie histórica correspondiente a las tres últimas décadas del nivel de participación de los investigadores en biología dentro del contexto de los publicadores venezolanos con más de una publicación en su haber y representada por la suma anual de las categorías de eméritos, activos y nuevos. El conjunto de todos los publicadores venezolanos, representados en el Gráfico mediante la línea punteada, pasó de ser unos 569 profesionales, en promedio, durante la década de los ochenta (y 82% del gran total que incluye a los extras) a unos 898 publicadores durante la década de los noventa para llegar a tener a finales de la primera década del Siglo XXI unos 1.745 (o 73% del gran total). Los publicadores en biología, representados mediante la línea roja continua con puntos marcadores redondos, han pasado de ser algo más de un 40% de todos los publicadores venezolanos observados durante la primera mitad de la serie, a un 30% observado en el año 2009 y que corresponde a unos 599 publicadores.

### **III. 8. Envejecimiento**

Con respecto a la edad promedio de los investigadores en biología en Venezuela, en la tabla 11 se listan la edad promedio de cada género, para las tres condiciones profesionales más relevantes

y en tres momentos históricos. La primera fecha es a mediados de la década de los ochenta del siglo pasado, la segunda a mediados de la última década de ese mismo siglo y la tercera fecha es para la primera década del nuevo siglo, lo que da un periodo de veinte años o casi un ciclo generacional.



**Figura 13.** Serie histórica del nivel de participación absoluto y relativo de los publicadores en biología venezolanos referidos al conjunto de todos los publicadores nacionales en términos absolutos (ordenada izq.) y relativo (ordenada der.). (descripción en el texto).

La tabla muestra que la edad promedio de los biólogos “Activos” publicadores en el año 1985 era de 43 años y veinte años más tarde, en el año 2005, llegó a ser 49 años, En otras palabras, en casi un ciclo generacional completo, el investigador “Activo” en biología envejeció 6 años. Este patrón de envejecimiento no se observó en ninguna de las otras condiciones laborales como “Jubilados” y “Nuevos”. Comparado con toda la membresía del



*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

PPI, se observa que los biólogos presentan edades promedios dos años más jóvenes. En el caso de la membresía total del Programa, Requena (2010) constato que en esos veinte años la edad de ingreso pasó de 33 a 37 años.

**Tabla 11.** Dinámica demográfica de los biólogos de acuerdo a su dedicación

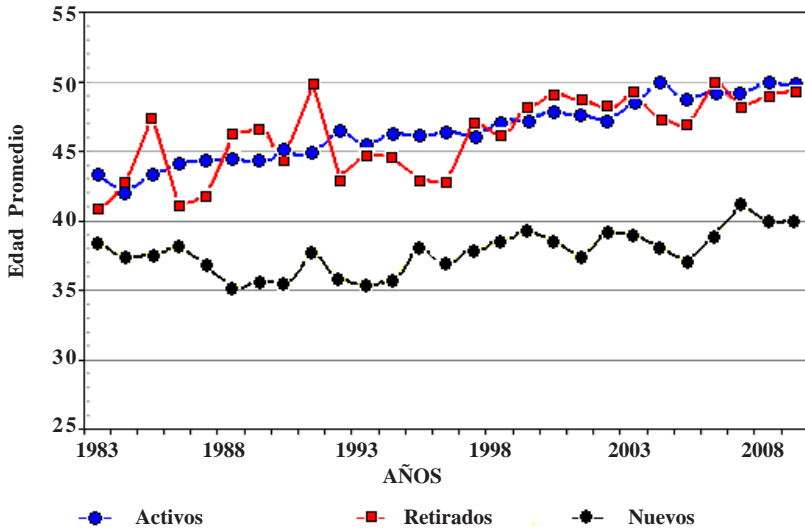
Publicadores en Biología							
Condición/Género		Año					
		1985		1995		2005	
		Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad
Activo	Femenino	39	41.4	83	44.0	182	47.8
	Masculino	82	44.1	125	47.4	182	49.6
	Todos	121	43.2	208	46.0	364	48.7
Jubilado	Femenino	2	53.0	20	41.1	83	44.0
	Masculino	16	48.2	17	45.0	72	51.2
	Todos	18	48.7	37	42.9	155	47.3
Nuevo	Femenino	24	34.6	36	36.7	53	36.6
	Masculino	53	39.9	44	40.3	52	37.6
	Todos	77	38.2	80	38.7	105	37.1
Total		216		325		624	

La figura 14, presenta la dinámica temporal de la evolución de la edad promedio del publicador venezolano en biología pero detallado para el periodo que va desde el año 1983 al año 2009. En ese sentido va más allá que el tabla 11, la cual solo reporta tres fechas pero el conjunto histórico en sucesión permite visualizar como las edades de los publicadores “Activos” y los que se retiran o “Jubilán” correen casi en sincronía y apenas separadas por 10 años de los que ingresan o “Nuevos”.

### III. 9. Género de los publicadores

Si se seleccionan los publicadores en biología de la base de publicaciones del WoS/ISI para el quinquenio 2004-2008, se obtiene

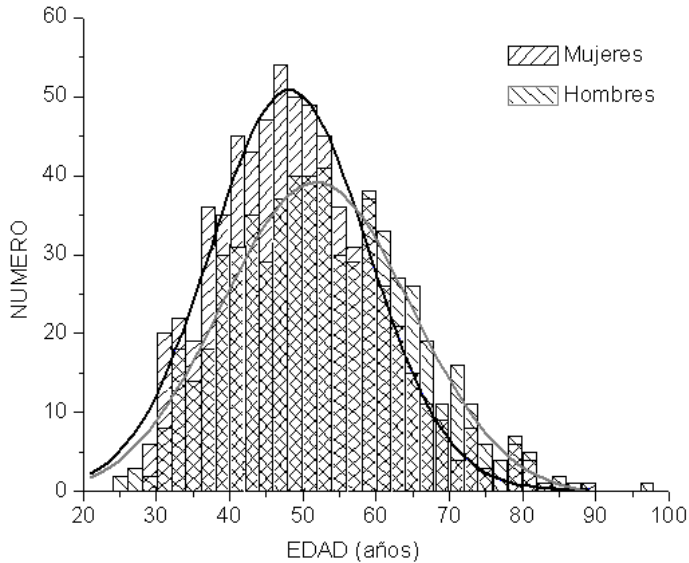
una población de 1.481 profesionales que llenan el mismo criterio de filtro aplicado a los miembros del PPI. De ellos, 763 (51.5%) son mujeres y 718 (48.5%) son hombres.



**Figura 14.** Serie Histórica de la edad promedio del publicador venezolano en biología para tres de las condiciones laborales establecidas de acuerdo a su dedicación a la investigación.

La figura 15, muestra, en sobre posición, los dos histogramas de la distribución de edad de los biólogos de acuerdo al género. El promedio aritmético de la edad para la población femenina es de  $48.9 \pm 0.4$  años mientras que para la población masculina, el valor es de  $52.3 \pm 04$  años. La población femenina es mayor en número y menos en edad que la masculina.

La figura 16, muestra en forma de una pirámide, la desviación porcentual del valor del 50% para cada género que conforma la población de publicadores en biología registrados en la base de datos del WoS/ISI. Puede verse como el componente femenino supera al masculino debajo de los 45 años de edad, en aproximadamente 2%, pero a partir de 55 años de edad, todavía se encuentra un predominio del género masculino.

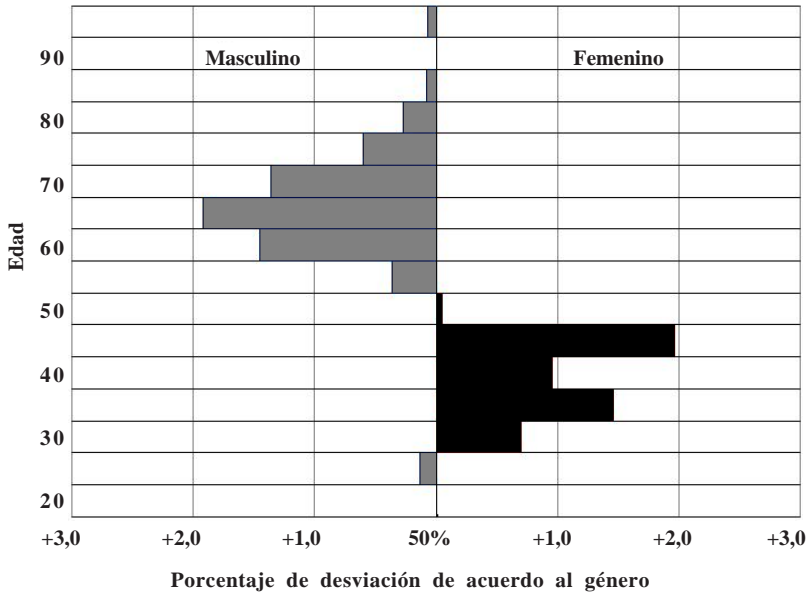


**Figura 15.** Histograma de edad para los publicadores en revistas de biología indexadas en el WoS/ISI de acuerdo a su género durante el quinquenio 2004-2008 agrupados en ventanas de dos (2) años. Las curvas representan a las funciones de distribución normal (Gaussiana) que mejor describen la data. Negro para el género femenino con centralidad de 48,13 años con  $\sigma = 11,1$ . Gris para el género masculino con centralidad de 51,81 años con  $\sigma = 12,0$ .

### **III. 10. Tasa de desarrollo del capital humano en biología**

En un determinado sistema, la diferencia entre ingreso y egreso puede ser asumida como su tasa de crecimiento o de desarrollo. En el caso de poblaciones ese indicador se puede derivar directamente de la resta simple entre el equivalente a una tasa de nacimiento (o de incorporación) y la tasa de mortalidad (o de desincorporación). Para los investigadores en el área de biología, se puede recurrir a dos fuentes de información para su cálculo. La primera es derivable de los datos oficiales del PPI en base a la determinación porcentual del aumento (o disminución) del tamaño de las diversas cohortes. La otra fuente se basa en los datos recopilados para construir la figura 12, y en la que se hace el

indicador de la tasa de desarrollo igual a la diferencia entre el valor porcentual del número de publicadores catalogados como “nuevos” menos los “jubilados”.

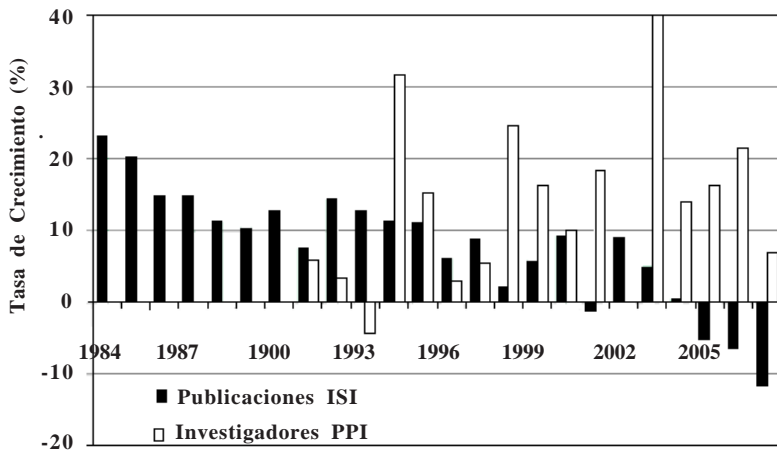


**Figura 16.** Pirámide demográfica de los publicadores en biología (ISI) que muestra la desviación de cada género del valor esperado como función de la edad. Abscisa; lado izquierdo corresponde al género masculino. Lado derecho al género femenino. Ordenada en ventanas de cumulativas de cinco (5) años.

En la figura 17, se aprecia como la tasa desarrollo de los publicadores en biología derivada del WoS (barras negras) mostró una tasa de crecimiento positivo desde inicios de la década de los ochenta, a través de toda la década de los noventa, pero tornándose negativa en los últimos años. En el caso de la tasa de desarrollo derivada de los datos del PPI (barras blancas) se observa que durante la década de los noventa su valor fue positivo y muy similar en magnitud al obtenido por el otro método. En los últimos años los datos oficiales indican que el número de biólogos venezolanos está en aumento, un comportamiento contrario al derivado del análisis

### *Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

de las publicaciones. Esa conclusión, sin duda, arroja sombras sobre la veracidad de la data oficial reciente. En soporte de la versión alternativa se debe mencionar la sincronía, casi cuantitativa, entre la tasa de crecimiento oficial y la derivada de las publicaciones observadas en buena parte de la década de los años noventa.



**Figura 17.** Serie Histórica del crecimiento de la investigación en biología de acuerdo a dos métodos diferentes de medición.

### **III. 11. Categorías de la investigación en biología en Venezuela**

Habiendo delimitado la membresía del PPI para el quinquenio 2004-2008 se procedió a agrupar los investigadores en cuatro áreas de acción específica o “categorías” dentro del gran campo de la biología. Las categorías diseñadas fueron: Biodiversidad, Biología Funcional, Biomedicina y Biotecnología y cada una de ellas abarca un conjunto de disciplinas identificadas dentro del nomenclador de la UNESCO.

Esta división artificial fue necesaria para simplificar, en pocas categorías, la gran variedad de especialidades que muestran los

**Caputo, Requena y Vargas**

investigadores en biología venezolanos. La distribución de los biólogos de acuerdo a disciplina y campo de la ciencia para las 4 categorías se muestra en las tablas 12, 13, 14 y 15 que suman 1.656 investigadores, todos miembros del PPI.

**Tabla 12.** Biodiversidad, códigos UNESCO y número de investigadores

Campo de la Ciencia	UNESCO (2)	Disciplina	UNESCO (4)	#
VIDA	24	Biología animal	2401	176
		Ecología	2408	52
		Biología humana	2410	1
		Biología de insectos	2413	8
		Contaminación ambiental	2414	16
		Paleontología	2416	1
		Biología vegetal	2417	148
		Biología teórica	2499	4
TIERRA y ESPACIO	25	BioGeografía	2505	1
		Hidrobiología	2508	1
		Oceanografía	2510	6
		Ciencias del suelo	2511	6
AGRARIAS	31	Peces y fauna silvestre	2511	4
		Fitopatología	3108	22
TECNOLOGICAS	33	Ingeniería medio ambiente	3308	40

Como se muestra en la tabla 12 la Biodiversidad comprende 15 disciplinas, cada una identificada con su respectivo código UNESCO de cuatro dígitos. Debe señalarse que cada disciplina abarca diferentes especialidades que son identificadas con un código UNESCO de 6 dígitos, los cuales, para simplificar el texto, no han sido incluidos en ninguno de las tablas. Las 15 disciplinas que conforman la Biodiversidad provienen de cuatro campos de las ciencias diferentes e identificadas con códigos UNESCO de 4 dígitos; vida, tierra y espacio, agrarias y tecnológicas. En este y en las otras tablas, la última columna, identificada como #, recoge el número de investigadores activos en cada disciplina para el lapso 2004-2008. Para la biodiversidad se identificaron 486 investigadores.

**Tabla 13.** Biología Funcional códigos UNESCO y número investigadores.

Campo de las Ciencias	UNESCO (2)	Disciplina	UNESCO (4)	#
QUIMICA	23	Bioquímica	2302	1
VIDA	24	Biología animal	2401	3
		Bioquímica	2403	55
		Biofísica	2406	46
		Biología celular	2407	33
		Biología humana	2410	5
		Fisiología humana	2411	48
		Biología Vegetal	2417	12
Neurociencias	2490	41		
AGRARIAS	31	Ciencias veterinarias	3109	1
MEDICAS	32	Farmacología	3209	55

Aunque al comparar las cuatro tablas que definen las categorías, pudiera parecer que existe duplicación o solapamiento en niveles como campos de la ciencia o especialidades, ello no ocurre. Por ejemplo, Ciencias de la Vida –código 24 o la disciplina biología animal –código 2401– aparece dentro de las categorías Biodiversidad, Biología Funcional y Biomedicina. El dilema se resuelve a nivel de los niveles más alto de especialización, identificadas con 6 dígitos de su código UNESCO, que son seleccionados de manera de ser únicos para cada una de las cuatro categorías. Las definiciones de categoría en base a disciplinas o especialización fueron realizadas asegurando que no existiesen duplicidades entre ellas.

Las tablas de las diversas ‘categorías’ en que ha sido dividida la investigación en biología en Venezuela, revelan que hay varias disciplinas que reúnen un número apreciable de investigadores. Por ejemplo, de nuevo en biodiversidad (véase la tabla 12) se destaca biología animal con 176, biología vegetal con 148, inmunología con 70, microbiología con 89 y patología y tecnología de alimentos con 152 y 113 respectivamente. Un caso especial es el de la bioquímica que presenta 149 investigadores agrupados en diferentes ramas con diferente código: 2302 en la rama de química (y adscrito a Biología Funcional) y con el código 2403 también en Biología Funcional y además en Biotecnología y Biomedicina.

**Tabla 14.** Biomedicina códigos UNESCO y número de investigadores

Campo de las Ciencias	UNESCO (2)	Disciplina	UNESCO	#
VIDA	24	Biología animal	2401	14
		Bioquímica	2403	76
		Genética	2409	14
		Biología humana	2410	17
		Immunología	2412	70
		Biología insectos	2413	11
		Microbiología	2414	89
		Biología molecular	2415	42
		Virología	2420	41
MEDICAS	32	Genética	320102	29
		Microbiología	320103	21
		Dermatología	320106	9
		Epidemiología	3202	24
		Medicina/Parasitología	320505	20
		Patología/Parasitología	320712	152

En referencia a la distribución por género en cada una de las cuatro ‘categorías’ que conforman la investigación en biología en Venezuela de acuerdo a la membresía en el PPI, la tabla 16 revela que, con la excepción de la biodiversidad en donde los géneros están igualmente distribuidos, en las otras tres categorías, el número de profesionales del género femenino es claramente mayor. También se desprende que en todos los casos la edad de las mujeres es apreciablemente menor.

El 0 muestra la distribución de los biólogos en las diferentes categorías de acuerdo a la carrera de tercer nivel estudiada en la universidad. Como era de esperarse, es evidente que los graduados en las escuelas de biología de las facultades de ciencias constituyen representan la mayoría de los profesionales de ese campo. Lo que llama la atención es que la segunda fuente de insumos son las escuelas de bioanálisis de las facultades de medicina de las diversas universidades nacionales, un fiel reflejo del énfasis que muestran los investigadores en biología en los temas relativos a la salud.



*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

**Tabla 15.** Biotecnología códigos UNESCO y número investigadores.

Campo de las Ciencias	UNESCO (2)	Disciplina	UNESCO (4)	#
VIDA	24	Bioquímica	2403	17
		Biología molecular	2415	28
		Biología Vegetal	2417	4
AGRARIA	31	Agronomía	3103	13
		Peses/Fauna	3105	27
TIRRA/ESPACIO	25	Oceanografía	2510	26
TECNOLOGIA	33	Biotecnología	3302	13
		Alimentos	3309	113

**Tabla 16.** Distribución por género y por diversas categorías de investigadores

CATEGORIA	Femenino			Masculino			Todos
	#	%	EDAD	#	%	EDAD	#
BIODIVERSIDAD	240	49%	46	246	51%	49	486
BIOMEDICINA	440	70%	46	189	30%	51	629
BIOTECNOLOGIA	151	63%	47	90	37%	50	241
BIOFUNCIONAL	176	59%	48	124	41%	53	300
Todos	1007	61%	46	649	39%	50	1656

Otro punto de interés es la distribución de los biólogos incluidos en las cuatro categorías en las diferentes Instituciones de acuerdo a su nivel educativo y a la clasificación dentro del PPI. En las tablas 18 a la 21, aparece la distribución de los biólogos de las diferentes categorías, de acuerdo a estos parámetros. El contenido de las tablas indica que en la gran mayoría de las instituciones el nivel educativo es bastante alto habiendo predominancia de biólogos con doctorado. Sin embargo la presencia de doctores en muchas instituciones, no parece estar acompañada por un mejor posicionamiento dentro de la escala del PPI. Esto pudiera deberse a la presencia de biólogos que si bien tienen doctorado están a los comienzos de su carrera.

Una información de interés que se desprende de estas tablas es el hecho de que hay algunas instituciones, que se encuentran muy bien representadas en algunas categorías y no en otras, como es el caso de la UDO que tiene un apreciable número de biólogos en las categorías de Biodiversidad y Biotecnología.

**Caputo, Requena y Vargas**

**Tabla 17.** Distribución por formación universitaria de los miembros del PPI que llevan a cabo investigación en biología.

LICENCIATURA	CATEGORIA DE LA BIOLOGIA			
	DIVERSIDAD	FUNCIONAL	MEDICINA	TECNOLOGIA
BIOLOGIA	346	122	235	116
BIOANALISIS	5	30	165	25
MEDICINA	2	76	135	6
AGRONOMIA	60	3	7	23
EDUCACION	14	10	15	1
QUIMICA	13	18	6	14
FARMACIA		17	1	8
ALIMENTOS				8
N/I	27	17	55	16
OTRAS	19	7	10	24
TOTAL	486	300	629	241

**Tabla 18.** Biodiversidad distribución institucional por nivel educacional y jerarquía.

INSTITUCION	NIVEL EDUCACIONAL			NIVEL JERARQUICO EN EL PPI					
	5°	4°	3°	CAN	I	II	III	IV	EME
UCV	72	16	11	18	44	27	7	3	
UDO	20	42	4	12	31	21	1	1	
LUZ	19	29	1	12	19	16	2		
ULA	32	14	3	6	20	13	3	7	
USB	29	4	3	6	12	9	8	1	
IVIC*	24	4	5	3	17	10	2	2	
INIA	14	11		5	15	3	2		
FLSCN	7	6	6	2	7	8	2		
UC	10	4	1	5	6	2	1	1	
UCOLA	4	8	1	8	3	2			
ICLAM	1	10		4	4	3			

Como se ha visto en las tablas 18 a la 21, el nivel educativo de la población de biólogos venezolanos es bastante alto. Sin embargo, la distribución de los doctores en las instituciones podría ser causa de preocupación, como se desprende de la data mostrada en la tabla 22; en esta, se presenta el número de doctores que trabajan en las cinco instituciones del país con más biólogos con título de Doctor, junto con la institución otorgante de este título. Puede observarse que un alto número de doctores de las cinco instituciones ha obtenido el título en la misma institución donde trabaja.

*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

Esto indica que hay una muy baja movilidad en el sistema académico venezolano, por los menos en lo que respecta a la biología. A pesar de ser alto, el porcentaje de endogamia no supera el 55% gracias a la presencia de investigadores graduados en el extranjero. Si se considera que ésta es una población en vía de extinciones, se puede predecir un aumento de este porcentaje.

**Tabla 19.** Biomedicina, distribución institucional por nivel educacional y jerarquía

INSTITUCION	NIVEL EDUCATIVO			NIVEL PPI					
	5°	4°	3°	CAN	I	II	III	IV	EME
UCV	26	3	16	9	12	15	6	2	1
UDO <sup>2</sup>	20	21	1	7	14	17	5	1	
LUZ <sup>1</sup>	18	19	1	8	19	10	2		
ULA	14	9		8	8	5	2		
INIA	2	14		8	6	2			
UCAR	8	4	1	5	7	1			
USB	7	2	1	3		5	2		
UCOLA	5	3	1	4	3	2			
IVIC	5	1	2	2	2	1	1	2	
UNESR	2	3	2	1	2	3	1		
FLSCN	1	4		1	1	3			

\* Sin información sobre 3 profesionales (LUZ y UDO)

**Tabla 20.** Biología Funcional, distribución institucional por nivel educacional y jerarquía

INSTITUCION	NIVEL EDUCATIVO			NIVEL PPI					
	5°	4°	3°	CAN	I	II	III	IV	EME
UCV	64	10	11	13	40	21	6	4	1
IVIC	37	10	9	11	20	7	7	10	1
ULA	29	14	5	1	22	11	5	4	
LUZ	15	9	2	16	2	4	4	1	
UC	8	5	7	4	10	7			
UCOLA	11	5	2	3	7	6	2		
IDEA	11	3		1	5	4		1	3
USB	12	1		5	3	3	3	2	
UDO	4	3	1	2	3	1	2		

**Caputo, Requena y Vargas**

**Tabla 21.** Biotecnología, distribución institucional por nivel educacional y jerarquía

INSTITUCION	NIVEL EDUCATIVO			NIVEL PPI					
	5°	4°	3°	CAN	I	II	III	IV	EME
UCV <sup>5</sup>	98	38	20	22	70	46	17	5	1
LUZ <sup>1</sup>	37	55	9	16	45	34	5	1	1
ULA <sup>1</sup>	25	38	20	20	41	19	3		1
IVIC <sup>1</sup>	44	13	5	11	25	16	3	8	
UDO <sup>2</sup>	28	12	7	17	20	11	1		
UC <sup>3</sup>	23	18	3	14	21	11	1		
USB <sup>1</sup>	13	1	4	6	7	3	2	1	
UNEFM	2	10	1	2	5	6			
MSAS	7	5	4	4	8	3	1		
IDEA	8	2	2	4	4	3		1	
CAICET	3	3		3		2	1		
INHRR	2	4			2	4			
* Sin información sobre 14 profesionales (UCV, LUZ, ULA, IVIC, UDO, UC, USB)									

**Tabla 22.** Nivel de endogamia de los biólogos venezolanos

Institución	Total	ALMA MATER (5º Nivel)					
	5º Nivel	UCV	IVIC	ULA	LUZ	USB	EXT
UCV	260	132	10	1	3	10	104
IVIC	110	7	56		1	2	44
ULA	100	4	2	24	2	1	67
LUZ	89	7	1	1	47	2	31
USB	61	11	5	1	1	19	24

### III. 12. La Investigación en las diversas disciplinas de la biología

#### III.12.1. Biosalud o Biomedicina

De los 614 profesionales de la biología que durante el año 2005 publicaron sus resultados experimentales en alguna revista indexada

en el WoS/ISI (véase la tabla 7, unos 256 de ellos dedicaron sistemáticamente sus esfuerzos creativos a la disciplina de la Biomedicina o Biosalud. Para el quinquenio 2004-2008 se contabilizaron 665 publicadores con más de un artículo en su haber lo que representa el 45% del universo de publicadores en ciencias biológicas del país y que suma 1.489 profesionales. Pertenecen al género femenino un 55% de esos investigadores en Biosalud que mantienen un ritmo de publicación continuo y sostenido (la categoría de ‘activos’) con una edad promedio de 45,6 años. En la última década se han publicado 1.230 trabajos siendo el año 2007 el más productivo con 165 artículos publicados en revistas de prestigio. El promedio anual es de unos 123 artículos, que representa, a su vez, el 36% de la producción promedio de capital intelectual dentro del área de la biología para la década. Los resultados correspondientes a la disciplina de Biosalud suelen ser reportados en las Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, el ‘*American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*’, la Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Luz, Interciencia y en Acta Trópica. De esos publicadores un 24% prestan sus servicios a la UCV, seguidos por el IVIC (16%), ULA (10%), USB (6%) y UCAR (5%).

Las dos instituciones más visibles de acuerdo al acumulado de Journal Impact Factor de sus publicaciones académicas en el país son la UCV y el IVIC. En la UCV resaltan las investigaciones llevadas a cabo en dos de sus institutos. En el de Biomedicina, se destacan los trabajos sobre preparación de vacunas para el control de enfermedades entéricas infantiles producidas por rotavirus y otros sobre la biología molecular de *Mycobacterium*. En el Instituto de Medicina Tropical, se realizan estudios sobre genética de *Trypanosoma*, así como patologías producidas por hongos. En el IVIC, las dos líneas de investigación que sobresalen, fueron el desarrollo de novedosos fármacos antichagásicos y estudios fundamentales sobre antígenos tisulares e inmunología humana. Lamentablemente, los investigadores responsables de esas dos líneas ya no se encuentran al frente de ellas. Queda entonces vigente en ese instituto una línea relativa a la biología molecular de *Mycobacterium*.

### III.12.2. Biodiversidad

Para el caso de profesionales estudiosos de la Biodiversidad, incluyendo la botánica, zoología y la ecología, durante el año 2005 unos 136 de ellos comunicaron sus esfuerzos creativos publicando sus resultados experimentales en alguna revista indexada en el WoS/ISI. Para el quinquenio 2004-2008 se contabilizaron 383 publicadores lo que representa el 26% de los publicadores en biología del país. Pertenecen al género femenino un 45% con una edad promedio de 45,4 años. Entre todos y durante la década pasada publicaron 1.094 artículos, siendo el año 2008 el de mayor producción con 163 publicaciones, con un promedio de 109 artículos en revistas de prestigio para la década. Ese número representa, a su vez, el 33% del capital intelectual promedio para la década del área de la biología. Los resultados correspondientes a esta disciplina suelen ser reportados en las *Interciencia*, *Revista de biología Tropical*, *Zootaxa*, *Ornitología Neotropical* y '*Caribbean Journal of Science*'. De esos publicadores un 17% prestan sus servicios a la UCV, seguidos por el USB (16%), IVIC (13%), ULA (11%) y UDO (9%).

Las dos instituciones más visibles de acuerdo al acumulado de JIF de sus publicaciones académicas de ésta categoría, biodiversidad, en el país son el IVIC y la ULA. En el IVIC resaltan los trabajos sobre conservación de especies en peligro de extinción. En la ULA, las dos líneas de investigación que sobresalen son la conservación de anfibios y estudios sobre biomasa de la región amazónica.

### III.12.3. Biofuncionalidad

Para el caso de profesionales afectos a la biología interesados en problemas conexos con las ciencias funcionales, en el año 2005, se encontraron que unos 109 de ellos comunicaron sus esfuerzos creativos publicando sus resultados experimentales en alguna revista indexada en el WoS/ISI. Para el quinquenio 2004-2008 se contabilizaron 266 publicadores con más de un artículo y ellos representan el 18% de nuestros publicadores en ciencias biológicas.

Pertenecen al género femenino un 55% con una edad promedio de 47,7 años. Entre todos y durante la última década publicaron 566 trabajos académicos. Durante el año 2004 publicaron en revistas de prestigio 66 artículos, un año particularmente provechoso en cuanto que el promedio para la década bajo estudio fue de 56 publicaciones por año, un número que, a su vez, representa, el 17% del capital intelectual promedio para la década del área de la biología. Los resultados correspondientes a la disciplina de ciencias funcionales suelen ser reportados en las *Interciencia*, '*Brain Research*', *Photosynthetica*, '*Neurochemical Research*' y el *Journal of Ethnopharmacology*'. De esos publicadores un 26% prestan sus servicios a la UCV, seguidos por el IVIC (24%), ULA (18%), LUZ (7%) y USB (6%).

Las institución que de acuerdo al acumulado de JIF de sus publicaciones académicas sobresale en ésta categoría, biofuncionalidad, es el IVIC, donde se han producido notables trabajos sobre procesos fundamentales asentados en la membrana celular', especialmente los que regulan la composición iónica del medio interno, así como avances en la neurofisiología del dolor. Aparte del IVIC, la ULA y la UCV siguen sus pasos. En la ULA con estudios en neuroquímica fundamental y aplicada y en la UCV con la neuroquímica de receptores.

#### **III.12.4. Biotecnología**

De los 614 profesionales de la biología que publicaron sus resultados experimentales durante el año 2005, en alguna revista indexada en el WoS/ISI, unos 78 de ellos dedicaron sistemáticamente sus esfuerzos creativos a la disciplina de la Biotecnología. Para el quinquenio 2004-2008 se contabilizaron 175 publicadores y ellos representan el 12% de todos los biólogos publicadores del país. Un 49% pertenecen al género femenino con una edad promedio de 45,3 años. Durante la última década se publicaron 433 artículos lo que da un promedio de 44 artículos por año. En los años 2007 y 2008 se publicaron 63 trabajos en revistas de prestigio cada año. Esto representa el 16% de la producción promedio de capital intelectual dentro del área de la biología para la

### Caputo, Requena y Vargas

década bajo estudio. Los resultados correspondientes a la disciplina de Biotecnología suelen ser reportados en las *Interciencia*, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Luz*, *‘Journal of Food Engineering’* y *‘Journal of The Science of Food and Agriculture’*. De esos publicadores un 27% prestan sus servicios a la UCV, seguidos por UDO (18%), USB (13%), LUZ (10%) y IVIC (7%).

Las instituciones que de acuerdo al acumulado de JIF de sus publicaciones académicas sobresale en ésta categoría, biotecnología son la UCV y el IVIC. En la primera sobresalen los trabajos sobre nutrición y tecnología de alimentos. En cuanto al IVIC, se destacan trabajos fundamentales de biología molecular.

La tabla 23, resume los niveles de participación de acuerdo al género de los publicadores en ciencias biológicas para las cuatro ‘categorías’ escogidas. Se puede observar como el porcentaje de participación de las mujeres es claramente menor para cada renglón cuando se compara con los datos de la tabla 16 indicando que el fenómeno de feminización de los biólogos nacionales es menos marcado en el caso de los publicadores comparados con los investigadores miembros del PPI.

**Tabla 23.** Distribución por género en las diversas categorías de publicadores

CATEGORIA	Femenino			Masculino			Todos
	#	%	EDAD	#	%	EDAD	#
BIODIVERSIDAD	172	45%	45,4	211	55%	47,8	383
BIOMEDICINA	365	55%	45,6	300	45%	49,2	665
BIOTECNOLOGIA	86	49%	45,3	89	51%	47,6	175
BIOFUNCIONAL	146	55%	47,7	120	45%	51,6	266
Todos	769	52%		720	48%		1489

### III.13. Redes

Como se muestra en la tabla 24, la red de autores en biología centrada en Venezuela y construidas sobre los publicadores de artículos relativos a las ciencias de la vida indexados en la base de



*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

datos WoS/ISI entre los años 1981 hasta el año 2009, tiene un “Diámetro” de 4, consta de 317 ‘Nodos’ y muestra 10.740 ‘Enlaces’ de los cuales 1.480 son únicos. El ‘Grado Promedio de esa red es 67,76 y se desprende una relación 7.26 entre los números de enlaces total y únicos; este es un indicador de la recurrencia en el tiempo de las instituciones *vis-à-vis* los países. El ‘Tiempo Promedio de Permanencia’ de un nodo dado es del orden de 9,94 años; un buen indicador de la relevancia o significancia de un centro de investigación local en biología. En promedio cada uno de esos nodos tiene una producción de 6,7 artículos por año. UCV, IVIC, USA, ULA, USB, Brasil, LUZ, UK, France, UDO, Argentina, Alemania UCOLA, Unellez y Japón están entre los 28 Nodos que están presentes en la red cada año.

**Tabla 24.** Métrica de la red de investigadores en biología de Venezuela.

<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>	<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>
Nodos	317	Distancia Promedio	2,43
Grado Promedio	67,76	Clusters	1
Enlaces	10,740	Cliques (>= 3th orden)	54,361
Enlaces Únicos	1,480	Max Tamaño de Clique	12
Densidad	0,03	Número de Cliques de tamaño 12	8

Con relación a las ‘Cliques’, el orden más alto registrado fue el 12<sup>th</sup> y se dan en los productores más importantes del país; UCV, IVIC, ULA, USB, MSAS, LUZ, UCAR, UDO, IDEA, INIA y UCOLA y en países como USA, Brasil, España UK, Francia, México, Alemania e Italia. Ellos se distribuyen en 8 ‘Cliques’ como lo muestra en la tabla 25.

Se debe resaltar que los más prolíficos “Autores” venezolanos en biología realizan publicaciones conjuntas con casi todos los

grandes países, un reflejo que siguen las líneas de investigación de punta en esa área del saber universal. No obstante, dos países, Argentina y Canadá, no figuran en las “Cliques” de orden superior, aun cuando muestran grados (Argentina  $d = 299$  o Canadá  $d = 242$ ) mayores que Italia ( $d = 203$ ), por ejemplo, que si figura. Esto revela la existencia de un patrón de cooperación de los biólogos vene-zolanos con los argentinos y canadienses en tópicos fuera de los cursos principales de la biología, asunto que envuelve a un número muy reducido de instituciones.

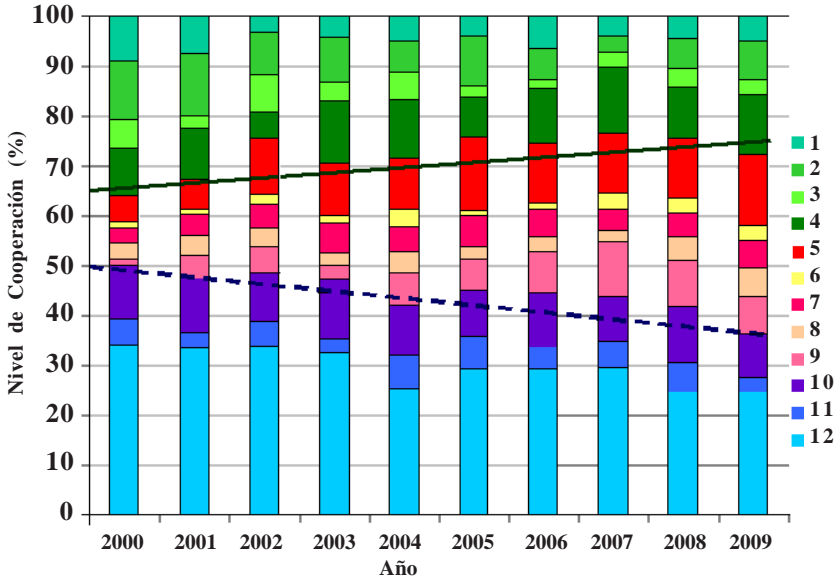
**Tabla. 25.** Centros de investigación asociados a las ‘Cliques’

Cliques	Centros de investigación	País
#1		USA
#2	UCV, IVIC, ULA.	Brasil
#3		España
#4	USB, MSAS, LUZ.	UK
#5		Francia
#6	UCAR, UDO, IDEA.	México
#7		Alemania
#8	INIA, UCOLA	Italia

Las medidas de centralidad resultan similares en términos de importancia relativa de los nodos, no obstante se aprecian diferencias entre el grado y la medida de Interconectividad (o *Betweenness*) para los nodos UCAR, UDO, Inia, UCOLA y Caicet. Esta diferencia puede ser explicada probablemente debido al tipo de investigación que se realiza en estas instituciones y el establecimiento de patrones de cooperación que han sido amplios en el tiempo (ej. publican con diversas instituciones, lo cual aumenta la cercanía y la interconectividad o *betweenness*), más que densidad de publicaciones (lo cual genera un grado mayor en el nodo). Las diferencias que pueden apreciarse en los países son menores, pero



ción por grado y tiempo promedio. Este método ha sido sujeto de verificación mediante cortes anuales y los resultados son consistentes con los que produce la selección de los nodos cuyo grado y tiempo promedio es superior a la media durante el periodo de observación.



**Figura 19.** Dinámica de los niveles relativos de cooperación de los publicadores en biología venezolanos con sus pares de otros países desplegadas como la cuota parte proporcional que les corresponde a las publicaciones indexadas en la base WoS/ISI. Los países están ordenados de acuerdo a su afinidad idiomática. La línea punteada limita a los países de habla inglesa (parte inferior) mientras que la línea continua (superior) limita a los países que hablan español. 1. Alemania; 2. Francia; 3. Italia; 4. Brasil; 5. España; 6. Chile; 7. Argentina; 8. Colombia; 9. México; 10. UK; 11. Canadá; 12. USA.

La red está compuesta por 37 nodos, 8.066 enlaces (369 enlaces únicos), un grado promedio de 436 y un tiempo promedio de 29 años. Esto corrobora nuestra observación inicial que son los grandes institutos (UCV, IVIC, ULA, USB, MSAS, LUZ, UCAR, UDO, IDEA) los que en principio son los motores de la investigación científica en Venezuela, así como los grandes países (USA,

Brasil, España, UK, Francia, México, Argentina, Alemania, Canadá) aquellos con los que consistente se han establecido relaciones de producción de publicaciones. La red simplificada centrada en Venezuela es mostrada en el figura 18.

Otra visión de los niveles de cooperación de publicadores en biología de Venezuela se obtiene del análisis del Gráfico N° 19. En él se ha desplegado la serie histórica de los niveles relativos de participación de los países en la publicaciones originadas en Venezuela; Los diversos países han sido puestos sobre la ordenada de acuerdo a su herencia cultural. Se puede observar como los niveles de cooperación de los biólogos venezolanos con sus colegas de habla inglesa ha perdido terreno, habiendo perdido terreno de un 50% visto en el año 2000 a un 34% en el año 2009. Algo similar se observa con otros países de habla no-hispana como Alemania, Francia o Portugal (incluyendo a Brasil) cuyos niveles de cooperación consolidado ha disminuido de un 35% a un 25%. En compensación, los países de habla hispana han ocupado el espacio de cooperación dejado por las otras naciones. En el caso particular de Cuba y a pesar de todas las políticas intensas de cooperación con su gobierno la cooperación de los investigadores en biología venezolanos con sus pares de esa isla sigue siendo mínima.

### **III.14. Contexto Regional**

Una fuente alternativa de información a la WoS/ISI es SCIMAGO<sup>4</sup>. En esa base de datos es posible seleccionar el número de artículos citables en el dominio de las ciencias de la vida y aunque no se conocen los criterios de selección que para ello utilizan quienes administran esa bases de datos (y ciertamente no son los parámetros de identificación UNESCO que aquí usamos), ello puede servir para los fines de una comparación entre los diversos países que conforman la región. La base SCIMAGO reporta para toda la producción científica desde Venezuela un 34% más de lo que hace WoS/ISI.

Como se puede observar en la tabla 27 y para lo que SCIMAGO denomina ‘Ciencias de la Vida’, lo reportado por ellos es el doble

Caputo, Requena y Vargas

de lo que reporta la aplicación del sistema de códigos UNESCO a la base de datos WoS/ISI. Esta gran diferencia se debe en buena medida a que SCIMAGO incluye artículos que versan sobre farmacéutica, agricultura y asuntos propiamente médicos. En general y para toda la América Latina, cerca de un 40% de su producción científica está dedicada a temas de ciencias de la vida. Durante las dos últimas décadas y en términos relativos, este ha sido un tema en continua expansión, muy intensa en la gran mayoría de los países con la excepción de Venezuela en donde ha perdido terreno con relación la producción general de artículos en todas las ramas del saber.

**Tabla 27.** Evolución de la producción de artículos en ‘Ciencias de la Salud’ en América Latina según SCIMAGO

	1996			2000			
	BioSalud	Total	%Bio	BioSalud	Total	%Bio	
Brasil	3.888	8429	46%	5.586	13165	42%	
Argentina	2.076	3934	53%	2.477	5120	48%	
Chile	749	1678	45%	827	2017	41%	
<b>Venezuela</b>	<b>473</b>	972	<b>49%</b>	<b>527</b>	1198	<b>44%</b>	
Colombia	268	533	50%	309	753	41%	
Cuba	354	730	48%	483	1213	40%	
	2005			2009			AVG
Brasil	8.985	21828	41%	17.497	38.747	45%	44%
Argentina	3.153	6084	52%	4.459	8.543	52%	51%
Chile	1.365	3425	40%	2.124	5.572	38%	41%
<b>Venezuela</b>	<b>600</b>	1630	<b>37%</b>	<b>715</b>	1.863	<b>38%</b>	42%
Colombia	525	1288	41%	1.342	3.488	38%	43%
Cuba	610	1190	51%	738	1.763	42%	45%

## IV. DISCUSIÓN

### IV. 1. Segmentación y códigos UNESCO

Si bien es posible utilizar otros sistemas para la taxonomía de las diversas áreas del conocimiento, en este trabajo sobre la biología se adoptó el tesauro de la UNESCO (1996) y no otro, como por ejemplo el DeCS<sup>5</sup>, por ser más práctico y versátil, en tanto que permite su aplicación a cualquier rama del saber y no es específica de una en particular.

Los códigos UNESCO son número de seis dígitos. Los dos primeros reconocen el gran campo del conocimiento. Así, “Ciencias de la Vida” (o biología en general) se identifica con “24” y “Medicina” con “32”. Cuatro dígitos permiten identificar la disciplina, así “2401”n corresponde a biología animal. Seis dígitos, identifican la especialización; “240118” corresponde a mamíferos, por ejemplo. Esta virtud del sistema de códigos UNESCO permite una segmentación progresiva de los datos de acuerdo al nivel de especialización que se desee alcanzar.

Dentro del campo del conocimiento que abarca la investigación de ciencias biológicas, hemos podido distinguir cuatro grandes disciplinas: “Biodiversidad”, conformada fundamentalmente por ecología y las ramas clásicas de la biología como botánica y zoología; “Biomedicina”, conformada por estudios de naturaleza básica pero dirigidos a atender las enfermedades causadas por seres vivos o virus, donde sobresale la parasitología (tropical); “Biotecnología”, que incluye además de las raíces de la naciente disciplina de la biología molecular, lo correspondiente a las ciencias de los alimentos, nutrición y aquellas relacionadas con la producción y finalmente; “Biología Funcional”, que incluye las ciencias básicas tradicionales como bioquímica, fisiología y biofísica.

Las bases de datos utilizadas en este trabajo, la de científicos y las de publicaciones, tienen asignado correspondiente códigos UNESCO de al menos de cuatro dígitos para todas sus entradas. La asignación en la base de publicaciones se hace, en primera

instancia, por la vía del código que le corresponde a la revista donde aparece el trabajo, mientras que en la de base de científicos el proceso es más manual e iterativo.

#### IV. 2. Bases de datos

El primer Censo de los investigadores científicos de Venezuela lo llevó a cabo el CONICIT en el año 1983 y sus resultados hechos del dominio público dos años después (CONICIT 1985). A raíz de ello y en la década de los años 90, se hizo impostergable en Venezuela tomar medidas para hacer más atractiva la carrera del investigador científico. Después de amplias consultas a instancias involucradas con el avance de la ciencia como AsoVAC, la Asociación Profesores e Investigadores Universitarios (APIU), la Asociación de Investigadores del IVIC (AsoIVIC) y la Sociedad Galileana de la Universidad Simón Bolívar, se logró un consenso en los objetivos deseables y se fijaron los criterios mínimos sobre los que se constituiría un programa de ayuda al investigador modelado según los esquemas operativos de programas similares en Argentina y México. El esfuerzo se terminó de materializar con la creación de la Fundación Venezolana de Promoción del Investigador (PPI) y la designación de la primera cohorte en 1990 que consistió de 740 investigadores.

A partir del momento en que los investigadores nacionales se percataron de la seriedad y bondad del programa (Vessuri y Benavides, 1998) –algo que debió ocurrir hacia el año 1994– su membresía ha venido en constante aumento. Para ese año 1994, el PPI saltó a 1.056 investigadores después de haber permanecido ‘estancado’ alrededor de 930 investigadores durante el trienio 1991-1993.

En el año 2002, se cambiaron las normas de evaluación y selección, haciéndolas más flexibles en cuanto a la calificación de los medios de publicación que dio pie durante los últimos años a un masivo incremento en la membresía del PPI, especialmente a nivel de la Comisión de Ciencias Sociales y de Ciencias del Agro. El Programa permitía un cierto nivel de acceso a sus archivos donde se encontraban los CV de los casi siete mil integrantes que llegó a



tener en el año 2008/2009. Recientemente fue substituido por otro denominado PEI al cual no se tiene acceso a su base de datos.

El Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología (o ONCTI) es el organismo gubernamental que ahora tutela al PPI y ha puesto a la disposición del público la información curricular suministrados por los miembros del Programa que, si bien no es fácil de trabajar, es publica<sup>6</sup>. Allí se encuentran los CV de los miembros del Programa, proveyendo valiosa información, particularmente útil para este trabajo. A partir de la data del Censo de 1983 y del PPI se pudo construir la base de datos de científicos venezolanos con información demográfica obtenida al combina relacionalmente esta con otras fuentes como puede ser el registro electoral nacional.

#### **IV. 3. Los investigadores en biología (PPI)**

Comenzamos por establecer la magnitud de la membresía del PPI lo cual permite cuantificar el esfuerzo nacional en el tema de interés: la investigación en biología. En toda su historia, desde el año 1990 hasta el 2008, el PPI ha reconocido a 8.870 investigadores a los cuales les ha asignado una jerarquía. En referencia a los miembros del PPI que hacen investigación en biología, ellos representan sobre el gran total de la membresía un 21,9%. Circunscritos a los últimos cinco años, los 1.656 investigadores en biología representan, en promedio, un 21% del universo de 7.870 miembros del PPI activo para ese periodo. La serie histórica del nivel de participación de los biólogos en el capital humano de investigadores nacionales mostrada como la figura 5, revela que, de un nivel de participación que llegó a ser un 22%, observado en los comienzos del Programa, ese nivel pudo subir al 28% justo antes de la reforma de los estatutos del PPI para, desde entonces, mostrar un continuo declive, hasta llegar al 20% registrado en el año 2008.

#### **IV. 4. Demografía del biólogo venezolano**

De todos los miembros del PPI, 4.615 son del género femenino lo que representa 52.03% de su membresía. Un análisis, año a año, del nivel de participación del género femenino en la membresía del

Programa, revela que este ha ido variando –con una cierta dispersión– desde un 31,9% registrado en el año 1990 a un 62,2% en el año 2008, arrojando un promedio de incremento interanual del 4,3%<sup>7</sup>. Para el caso de los investigadores en biología miembros del PPI la característica más resaltante es la evidente superioridad numérica del género femenino, particularmente notorio en categorías como biomedicina y biotecnología, donde en los últimos cinco años ha alcanzado el 70% y 63% respectivamente. En la actualidad el género femenino supera numéricamente al masculino en los niveles jerárquicos inferiores del PPI, mientras que en los niveles superiores ocurre lo contrario. Este fenómeno transcurre lentamente, con una tasa de cambio de alrededor del 1% por año.

El fenómeno de feminización que se observa entre los biólogos del PPI no se manifiesta en la misma proporción entre los publicadores de artículos en biología indexados por la WoS/IIS, como se desprende al comparar las tablas 16 y 23. La Feminización parece estar asociada a la experiencia ya que se manifiesta en las jerarquías de menor rango y en la edad. Siendo las publicadoras un tanto más jóvenes que las investigadoras, era de esperarse que dentro de estas últimas se viera incrementado el fenómeno de feminización. Una posible explicación a la contradicción que hemos detectado se podría encontrar en el tema de la productividad, un asunto en el que estudios basados en publicaciones académicas es muy importante.

El aumento en el nivel de participación del género femenino en ciencia es un fenómeno que debe tener tiempo gestándose. Por ejemplo, comenzando a nivel universitario donde ya se ha especulado que a nivel de egresados en varias carreras, se podía detectar una mayoría femenina a nivel del cuerpo estudiantil (Vessuri y Canino, 2001).

Un análisis de la educación formal que reciben los investigadores en biología venezolanos revela que casi la mitad de ellos (49 %) se formaron como biólogos, en alguna de las facultades de ciencias del país. Un 27% adicional proviene de las escuelas de salud, medicina o bioanálisis.

En referencia a la edad, el aporte más preocupante de este estudio es lo relativo al curso temporal del envejecimiento de la comunidad. Su revelación fue posible mediante un algoritmo que segmentó a los investigadores de venezolanos en función de su patrón de publicación en el tiempo y el compromiso laboral para comunicar sus resultados (Requena, 2010). Se pueden considerar cuatro categorías de acuerdo al cumplimiento de un conjunto de condiciones lógicas enumeradas en la tabla 10 ‘Activo’ (investigador), ‘Jubilado o Retirado’, ‘Nuevo’ y ‘Extras’. Como referencia conviene señalar que para todo el sistema nacional de ciencia y tecnología, Requena (2010) encontró un progresivo envejecimiento de los investigadores ‘Activos’ que constituyen la columna vertebral del sistema y son aquellos que publican con bastante frecuencia.

Con respecto al número de biólogos se observa mucha variabilidad en el tiempo. Es así que en los últimos 20 años el número de publicadores en biología que se retiran sistema aumentó seis veces mientras que el número de ‘Nuevos’ biólogos sólo aumentó dos veces. Siendo el caso que el producto del número de investigadores ‘Nuevos’ multiplicado por su edad promedio es menor que de aquellos que abandonen o se retiran del sistema, el envejecimiento de los que se permanecen o los investigadores ‘activos’ es inevitable.

Vale la pena señalar que la comunidad científica puede ser analizada como un sistema abierto dado que cada año ingresan nuevos investigadores mientras que otros investigadores abandonan (o se retiran) del sistema. Ahora, un sistema abierto en estado estacionario se caracteriza porque el parámetro demográfico de elección (número y/o edad) se mantiene constante en el tiempo. Para que esto ocurra, es necesario que la edad promedio o el número promedio (o alguna combinación de ambos de los que abandonan y entran en el sistema) sea constante.

En la figura 12. se ha mostrado como, sistemáticamente, durante la primera década del Siglo XXI, el peso relativo de los investigadores que ingresan al sistema viene disminuyendo mientras que

el peso relativo de los investigadores que abandonan el sistema va en aumento. La sensible disminución del nivel de participación de los investigadores ‘Activos’ da como resultado que el trabajo investigativo en biología en el país lo asumen hoy en día los ‘Extras’, personal con mínima experiencia profesional.

Otra característica de los investigadores y publicadores en biología es la evidente asimetría en la distribución de los biólogos dentro de las diferentes instituciones académicas del país. Alrededor del 90% de los biólogos están trabajando en diez instituciones mientras que el 10% restante trabaja en 42 instituciones de mucho menor tamaño. Sorprendentemente y como lo revela la tabla 8, su productividad (sin importar la fuente usada para su medición), es comparable (factor de dos), independientemente de la institución a la cual presten sus servicios.

#### **IV. 5. Investigadores vs. Publicadores**

Los datos analizados en este trabajo provienen de información derivada de la base de investigadores del PPI o de la base de publicaciones del WoS/ISI. Algunos de esos resultados muestran diferencias cuantitativas y cualitativas importantes. En cualquier caso, siempre ofrecen información complementaria que por su naturaleza, ninguna de las dos fuentes de información puede suministrar aisladamente. Por ejemplo, la figura 13, recoge información similar a la que se presentó en la figura 5, mostrando el nivel de participación de los investigadores en biología dentro del gran grupo de publicadores venezolanos registrados en la bases del WoS/ISI. La data oficial del PPI revela que en el año 2008 el país contaba con unos 6.032 investigadores, 1,356 de ellos dedicados a la biología; un nivel de participación del 22%. Para el periodo 2004 al 2008 se contabilizan 1,656 biólogos de un gran total de 7,879 investigadores del PPI; un nivel de participación del 21%. Por su parte, la base de publicadores del WoS/ISI muestra que para el año 2008 había 2,052 ‘Autores’ en todos los campos del saber y de los cuales 633 publicaban en biología; un nivel de participación es del 30%. Para el quinquenio 2004 al 2008 se registraron 1,537 ‘Autores’ en biología de un universo de 4,316 ‘Autores’ en todos

los campos del conocimiento que cubre la base de datos del WoS/ISI; o un nivel de participación del 35,6%.

Al comparar las figuras 5 y 13, es lógico que surja la inquietud de cómo es posible que el nivel de participación de los investigadores en biología en la comunidad de ciencia venezolana discrepe por casi un factor de 2. Si bien, en términos cualitativos el patrón observado en ambos gráfico es muy similar es necesario comentar la discrepancia cuantitativa entre el 21% extraído de los datos del PPI y el 42% derivado de la base de publicadores del WoS/ISI.

Una posible explicación se encuentra en la presencia masiva en la membresía del PPI de investigadores en ciencias sociales, artes y humanidades, que no usan como conducto de expresión a las revistas indexadas por WoS/ISI. Esto es posible ya que como se puede verificar en la tabla 2, casi un tercio (32.9%) de la membresía del PPI se dedica a ciencias sociales y solo un 10% al 12% de los publicaciones del ISI registradas para Venezuela provienen de estas disciplinas (Requena, 2005). En otras palabras, los científicos sociales y humanistas venezolanos son muchos numéricamente, pero no usan como canal de comunicación a las revistas objeto de la atención del WoS/ISI.

Otra diferencia cuantitativa se encuentra en el número absoluto de publicaciones (tabla 8), mientras que para los miembros del PPI se contabilizan 29.867 artículos, la base del WoS/ISI registra 14.124 artículos. Como bien sea que esa discrepancia no proviene del hecho de la coautoría, conviene analizarla en algún detalle.

Una razón podría estar en el hecho de que los CV de la base de datos del PPI recogen las publicaciones de por vida, mientras que la de WoS/ISI se sustenta en las publicaciones del periodo correspondiente entre los años 1981 y 2009. Probablemente más pertinente es el hecho que los CV no sólo recogen las publicaciones en revistas indexadas en WoS/ISI pero también revistas locales, capítulos de libros, presentaciones en congresos y otros escritos que no forman parte de la base de datos de WoS/ISI.

Más allá de lo anterior, los criterios para cuantificar oficialmente el número de investigadores en el país fueron cambiados entre los años 2002 y 2003. Antes de esa fecha, el PPI privilegiaba a los artículos publicados en revistas indexadas por el WoS/ISI lo que devenía en que los investigadores en campos como agricultura, veterinaria, ciencias sociales y humanidades –que suelen publicar sus experiencias en revistas o libros locales– no tuvieran mayor reconocimiento dentro del Programa. Con el cambio de Estatutos que pasó a privilegiar las revistas locales, se dio un dramático incremento en el número de investigadores oficialmente reconocidos por el Estado venezolano. Empero, el número de publicaciones indexadas se mantuvo en los mismos niveles (véase la figura 1 de Requena, 2010). Obviamente, los cambios en los criterios de evaluación del PPI introdujeron una distorsión en los indicadores nacionales que arrojan dudas sobre su exactitud. Esto sólo justifica el uso de fuentes alternativas de información en la búsqueda de mejor data.

Durante el periodo que abarca los años 2004 al 2008, se encontró que el PPI Programa contaba con 1,656 biólogos (tabla 4) de los cuales 1.387 publicaban artículos en revistas indexadas en WoS/ISI. Apenas 48 de ellos no tenía ningún artículo como publicado en su CV<sup>8</sup>. Por su parte, la base de datos del WoS/ISI recoge a 1.537 ‘Autores’ de artículos en biología de los cuales 1.131 son miembros del PPI (véase tabla 7). Esos dos conjuntos de investigadores/publicadores en Biología –del PPI and ISI– muestran 809 profesionales en común.

Mientras que el grupo considerado como investigadores del PPI comprende a todos los miembros del Programa sin distinción de nivel jerárquico, el grupo de ‘Autores’ –como ha sido definido aquí– comprende a aquellos profesionales con más de una entrada en la base de datos WoS/ISI. Todos aquellos que sólo registraban una entrada en esa base de datos son considerados «Extras’ y por ende, equivalentes a los del nivel de ‘Candidatos’ del PPI en tanto que están en el primer escalón de la carrera académica y sin mayores compromisos con el sistema. En cualquier caso, los ‘Candidatos’ representan un 20% de la membresía del PPI.

La diferencia entre los 1.537 and 1.131 ‘Autores’, esto es 322 ‘Autores’, representa un grupo muy importante de miembros del PPI Programa que aunque publican en Biología no están reconocidos como tales por el Programa. Ellos son investigadores de otras áreas del conocimiento y su acreditación en el PPI es en otras áreas de la ciencia, principalmente en química o física. Esta es una consecuencia lógica del carácter multidisciplinario que caracteriza a las ciencias de la vida.

De los 1.656 investigadores en biología miembros del PPI durante el quinquenio 2004 al 2008, se encontró que 269 de ellos no tenían ninguna publicación registrada en la base de datos WoS/ISI. Obviamente, para ser reconocidos como miembros del Programa ellos deben tener algún tipo de publicación local. Este grupo singular está distribuido uniformemente a través de todas las instituciones académicas nacionales y su gran mayoría corresponde a los niveles jerárquicos bajos del PPI. De hecho, 188 (o el 70%) son ‘Candidatos’ mientras que 73 (o 27%) están en el Nivel I. La diferencia, 10 investigadores están clasificados como Nivel II o IV del Programa.

Mientras que un grupo de 322 de ‘Autores’ no-biólogos que publican en el campo de ciencias de la vida aparentemente es compensado por 269 supuestos investigadores en biología que no publican nada, ese asunto resalta que ninguno de las dos bases de datos da por sí una visión exacta del tema. Coinciden en brindar una buena descripción cualitativa del sistema pero sólo es cuando se analizan en conjunto que emerge una descripción cuantitativa aceptable.

#### **IV. 6. Disciplinas dentro de la biología**

El mayor número de investigadores venezolanos se encuentra dentro de la disciplina de Biomedicina que ocupa un 38% de los recursos humanos. Esta está seguida por la Biodiversidad que ocupa la atención de un 29% de todos los investigadores en biología. Cuando se analiza la formación académica de los investigadores en biología se observa que para las cuatro grandes

disciplinas, la principal fuente de insumo profesional proviene de los graduados en biología. Después de ellos, cada categoría muestra una preferencia particular; en Biosalud la constituyen los bioanalistas y los médicos; en biotecnología, los bioanalistas y los agrónomos; en biodiversidad los agrónomos y en biofuncional, los médicos.

Un 23,6% de los investigadores en biología prestan sus servicios a la UCV. Las otras grandes instituciones académicas nacionales, LUZ, ULA, UDO e IVIC aportan otro 45% (en ese orden y casi en iguales proporciones). Cuando se revisa la filiación académica de los investigadores en biología, segregados en las cuatro disciplinas investigativas, se observa que en todos los casos, la Universidad Central de Venezuela es la institución con un mayor nivel de participación. La siguen siempre LUZ y ULA. Un lugar entre los primeros cuatro se lo alternan la Universidad de Oriente o el IVIC. En el caso de la Biotecnología y Biodiversidad, el lugar lo ocupa UDO, en Biosalud y Biofuncional, el lugar es para el IVIC.

#### **IV. 7. Medios de difusión del conocimiento en biología**

En términos relativos un 34% de las publicaciones indexadas por el WoS/ISI producidas desde Venezuela versan sobre biología. En términos absolutos, durante el año 2009, el país produjo unas 361 publicaciones en esa área, después de haber llegado a producir 426 artículos en el año 2008. Visto que ha sido reportado una sensible disminución en la producción de artículos científicos a nivel nacional en los últimos tres años (véase la figura 8, y Requena, 2010), el hecho de que ello se vea también dentro de la biología no debe causar mayor sorpresa; la ciencia en Venezuela esta involucionando y para el año 2010 se encuentra casi en los mismo niveles que presentaba a finales de la década de los ochenta del siglo pasado.

En las ciencias biológicas se da el fenómeno que los medios más usados por los investigadores de Venezuela para la de comunicación de los resultados experimentales son las revistas locales o cuasi locales. *INTERCIENCIA*, la Revista de la Facultad



de Ciencias Veterinaria de LUZ y Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Del extranjero nuestros investigadores recurren a revistas regionales como las Memorias do Instituto Oswaldo Cruz de Brasil. La primera gran revista internacional utilizada por nuestros investigadores en biología es el '*American Journal of Tropical Medicine*' que ocupa el 7 lugar de la clasificación, con un sexto del volumen que publica *INTERCIENCIA*. A partir de allí, se observa que las revistas más utilizadas son extranjeras y de la disciplina de Biosalud, un buen reflejo de que esa disciplina es, sin duda, la más concurrida y la que más produce resultados.

El análisis de la producción científica de los biólogos venezolanos, revela que tanto la base de científicos del PPI como la derivada de las publicaciones del ISI reflejan, en buena medida, la realidad de ese grupo de investigadores, pero ninguna de las dos en 100 % perfecta. La de ISI muestra que en promedio un cuarto de los publicadores no son miembros del PPI mientras que la del PPI muestra que en promedio un tercio de sus miembros no reportan sus resultados de investigación a medio apropiados indexados por la base de datos más completa del momento.

En relación a las redes de cooperación que tejen los investigadores en biología venezolanos, ellas no son redes de escala libre ni tampoco de pequeños mundos, aunque se aproximan mucho a esta últimas. El análisis de redes, coincide con lo revelado en otros análisis hechos aquí, al señalar a los grandes responsables de la investigación científica en biología en el país. Es así que presenta como los motores de la ciencia nacional a las grandes instituciones académicas (UCV, IVIC, ULA, USB, MSAS, LUZ, UCAR, UDO, IDEA). Ese tipo de análisis establece que esas instituciones nacionales interactúan con los grandes países (USA, Brasil, España, UK, Francia, México, Argentina, Alemania, Canadá), habiendo establecido consistentemente, relaciones de cooperación académica, pero soportada fundamentalmente por las colaboraciones con USA.

## V. CONCLUSIONES

Si bien la investigación biológica ha sido objeto de estudio en el pasado (Texera, 1984; Polanco y Yero, 1990; Texera, 2008), pocas veces se había enfocado su desarrollo de una manera cuantitativa (De La vega *et al.*, 2010) con especial énfasis en el número de investigadores y sus publicaciones. Ello ha permitido revelar que, a pesar de que el PPI había logrado penetrar dentro del mundo académico, un 26% de los profesionales de la investigación en biología que publican en revistas de alto nivel de difusión, no habían formado parte del programa. En cualquier caso, resulta evidente que la información derivada de una base de datos en particular como la del PPI, necesita ser complementada con otras fuentes independientes como la de publicaciones del WoS/ISI, para poder obtener una visión más completa del panorama científico nacional.

El presente estudio demuestra que la comunidad de investigadores venezolanos en el área de la biología viene en declive, a pesar de ser un país rico en recursos naturales renovables. Las políticas públicas en ciencia y tecnología sólo han logrado estructurar cuadros de investigadores que alimenten el sistema académico formal, primordialmente representado por las universidades nacionales.

La biología debería ser una de las áreas estratégicas por excelencia del país, debido al papel que juega en la salud, alimentación y conservación del ambiente. Ahora, el bajo número de investigadores revelado por los datos de este estudio, aunado a su rápida disminución, indica la ausencia de políticas públicas coherentes para el sector.

En los últimos años, las iniciativas gubernamentales para el desarrollo científico del país se han caracterizado por su volatilidad, falta de claridad en su implantación y escaso control en su ejecución, así como en un elevado sesgo político que ha anulado los potenciales beneficios de la creación de nuevas leyes como la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) o de la creación de un ministerio para la ciencia y la tecnología en sustitución del tradicional Consejo de Investigación (CONICIT) que

a la postre resultó en la politización de la actividad científica en lugar de representar la incorporación de criterios científicos en la gestión pública. Paradójicamente, la entrada en vigencia de una nueva Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación que recauda fondos que quintuplican al 0,4% del PIB que se invertía antes de la aplicación de la misma, no se ha logrado materializar en recursos a los laboratorios.

Los cuatro indicadores empleados para estudiar el comportamiento del capital humano en biología en Venezuela son negativos. En concreto, cada vez hay más investigadores jubilados, menos activos y una aguda escasez de nuevos candidatos.

Finalmente, lo más preocupante de los resultados obtenidos, es que cada día pareciera que en Venezuela se hace menos investigación en biología. Pareciera que nuestros investigadores se acogen a normativas institucionales cada más flexibles, que permiten permanecer en los sistemas de evaluación simplemente publicando en revista de bajo impacto o muy poco citadas. Por otra parte, vemos con angustia el que en muchas instituciones se promueve sólo la publicación sin percibir en ello líneas estratégicas de crecimiento que coloquen a nuestras universidades o institutos de investigación en la frontera de algún área en particular.

## **VI. AGRADECIMIENTOS**

Nuestro reconocimiento a la colega Deanna de Marcano por acertados comentarios; a Pura Bolaños por toda la ayuda en el análisis y graficación de la data de los histogramas; a Miosoty Mónaco por el mantenimiento de las bases de datos de publicaciones. En general, al personal de Fundación Universidad Metropolitana, por todo el soporte logístico que hizo posible este estudio. Finalmente, al Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología (o ONCTI) y su Programa de Promoción del Investigador por poner a disposición del público los datos curriculares de su membresía.

## VII. RESUMEN

El propósito del presente estudio es examinar el desarrollo, estado actual y las dinámicas de la investigación en el área de la biología en Venezuela. Un primer objetivo se centra en reseñar históricamente la actividad de la investigación en biología señalando los hitos en su proceso de consolidación en el país. El segundo objetivo es identificar los investigadores venezolanos dedicados a la biología presentando sus características demográficas y académicas, su distribución en las instituciones venezolanas y sus respectivas disciplinas, clasificadas según el Sistema de Códigos UNESCO. Para ellos se han utilizado dos bases de datos. Una conformada a partir de los datos curriculares de los miembros del Programa de Promoción del Investigador (o PPI) del Observatorio Nacional de Ciencias y Tecnología ONCTI y que pueden ser obtenidos libremente del internet y, otra que es la base de datos de las publicaciones originadas desde Venezuela y registradas en la base de datos del 'Web Of Science' del 'Institute of Scientific Information' (o WoS/ISI). El tercer objetivo es estudiar desde el punto de vista de la bibliometría a los publicadores y publicaciones relacionadas a la biología. Con respecto al segundo objetivo, los resultados indican que la distribución por género en la población de biólogos perteneciente al PPI muestra un marcado predominio del género femenino que alcanza hasta el 70% en algunas áreas de la Biología. Esta distribución contrasta con la encontrada en la membresía global del PPI que muestra una participación del 52 % para el género femenino. Otro resultado interesante obtenido en esta parte del trabajo es la marcada concentración de biólogos en las grandes universidades nacionales autónomas como, UCV, LUZ, ULA, UDO, UC y USB, así como en algunos institutos de investigación del Estado venezolano como el IVIC, INIA e IDEA. No casualmente entonces, se revela que la producción científica del país está liderada por las mencionadas instituciones académicas. Sin embargo se ha encontrado que la productividad científica nacional es particularmente baja, especialmente la referida a las publicaciones incluidas en la WoS/ISI para Venezuela. Este fenómeno es sobretodo notable a nivel de los primeros niveles (Candidato y Nivel 1) dentro de la jerarquía del PPI, siendo común a todas las instituciones. Aproximadamente el 60% de los biólogos venezolanos ha cursado estudios de postgrado en el país, indicando la efectividad de los programas de estudios de postgrado nacionales. Sin embargo se nota una cierta tendencia de los graduados a permanecer en la institución donde han estudiado.

**VIII. BIBLIOGRAFÍA**

**BRUNI-CELLI, B., F. MERINO Y J. REQUENA**

2010. *Antología del Pensamiento en Ciencia y Técnica en Venezuela*. Ediciones ACFMN, Caracas. (En prensa).

**DE LA VEGA, I., J. REQUENA, L. G. RODRÍGUEZ, P. LIENDO Y N. RUÍZ**

2010. *La Producción Científica de la Universidad Central de Venezuela (UCV) en el área de la Salud y Calidad de Vida. Período 1981-2007*. ARGUS. USB ( en prensa).

**HERRERA, F. C.**

2009. *Recopilación de las investigaciones electrofisiológicas llevadas a cabo en Venezuela durante el siglo XIX*. En Colección Razetti. Clemente-Heimwendinger A., y Briceño-Iragorry, L. Editores. Vol. VII pp 305-346. Editorial ATEPROCA. Caracas.

**HIDALGO, C.**

2005. Capítulo 7: Biología en el libro *Análisis y proyecciones de la Ciencia Chilena 2005*. Editado por Allende, Jorge, Babul, Jorge, Martínez Servet y Ureta, Tito. Academia Chilena de Ciencias. Santiago (ver <http://www.academia-ciencias.cl/wp/?p=1092>).

**HUMBOLDT, A. VON.**

2009. *Personal Narrative of travels to the equinoctial regions of America during the years 1799-1804*. Kindle Edition.

**LEMOINE, W., O. MORAN, A. VALENCIA Y J. REQUENA**

1988. La comunidad científica de Venezuela para 1983. Una descripción preliminar de su productividad. *Interciencia*. 13: 252-255.

**LEMOINE, M. W. Y M. M. SUÁREZ**

1984. *Beauperthuy. De Cumaná a la Academia de Ciencias de Paris*. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.

**LINDORF, H.**

2008. *Primeros tiempos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela*. Fundación Amigos de la Facultad de Ciencias. Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias, Caracas.

**NEWMAN, M. E. J.**

2007. Power law distribution in empirical data. *Proceedings of the National Academy of Science the United States of America*: 1-58.

**POLANCO, J. D. Y L. YERO**

1990. A profile of scientific research on health in Venezuela. In *Les Indicateurs de Science pour les pays en development*. Arvanitis, R and Gaillard, J. editeurs. Actes de la Conference Internationale sur les Indicateurs de Science pour les pays en development. ORSTOM/CNRS.

**REQUENA, J.**

2003. *Medio Siglo de Ciencia y Tecnología en Venezuela*. Fondo Editorial Del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (FONCIED). Caracas.
2005. Dynamics of the modern Venezuelan research community profile. *Scientometrics*, 65(1): 95-130.
2010. Science Meltdown in Venezuela. *INTERCIENCIA*, 35(6): 437-444.

**ROCHE, M.**

1996. Avenidas para la Ciencia Básica. El IVIC, sus albores e institutos afines. (253-282). En: *Perfil de la Ciencia en Venezuela*. Compilado por Marcel Roche. Fundación Polar. Caracas.
1978. *Rafael Rangel: Ciencia Política en la Venezuela de principios de siglo*. Monte Avila Editores. Caracas.

**SANABRIA, A. Y R. BEAUPERTHUY DE BENEDETTI**

1969. *Beaupert Huy Ensayo Biografico*. Ediciones Minist. de Sanidad y Asistencia Social. Oficina de Publicaciones, Biblioteca y Archivo. Caracas 1969.
1984. La biología en un contexto periférico: la Escuela de Biología de la UCV. (47-75). En: H. Vessuri, compilador, *La Ciencia Académica en la Venezuela Moderna: historia reciente y perspectivas de las disciplinas científicas*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas.
1992. La Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.(51-64). En: *La Ciencia en Venezuela: Pasado, Presente y Futuro*. Cuadernos Lagoven. Editorial Arte, Caracas.

**TEXERA, Y.**

2008. *El surgimiento de la Biología Académica en Venezuela 1946-1958*. Colección Monografías. N° 90. Universidad Central de Venezuela.

**UNESCO**

1996. Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología. ([http://www.edu.gva.es/poci/docs/Codigos\\_UNESCO.pdf](http://www.edu.gva.es/poci/docs/Codigos_UNESCO.pdf)).

**VARGAS, D.**

2008. Caracterización de la Actividad Científica Venezolana Utilizando el Modelo de Redes de Escala Libre. Tesis de Magister Scientiarum en Ingeniería de Sistemas. Universidad Simón Bolívar. Caracas.

**VESSURI, H. Y M. BENAIGES**

- (1998). PPI: los investigadores opinan. Cuadernos Cendes, Año 15, N° 37, Segunda Epoca, 103-147. Caracas.

**VESSURI, H. Y M. V. CANINO**

2001. El género en la Ciencia Venezolana (1990-1999). *Interciencia* 26: 272-281.

**WATTS, D.**

2004. Small worlds, the dynamics of networks between order and randomness. Princeton University Press. pp 3-40, 55-87, 102-109, 240-242.

*IX. APÉNDICE*

**A) Cursos de postgrado en ciencias biológicas**

Para el año 2002 el Directorio Nacional de estudios de Postgrado registraba, para el área de las Ciencias biológicas, en su sentido más amplio, los siguientes programas de estudio:.

**Especializaciones**

Bioquímica Clínica UC	Ciencia Animal UNELLEZ
Botánica Agrícola UCV	Ciencias de los Alimentos USB
Ciencias e Ingeniería de Alimentos UDO	Ciencias e Ingeniería de los Alimentos UDO
Endocrinología ULA	Ciencias Biológicas USB
Ingeniería de Alimentos UNESR	Ciencias Biomédicas UC
Ingeniería Biomédica ULA	Ciencias Fisiológicas UCV
Immunología Clínica y de Laboratorio UCV	Ciencias Marinas UDO
Microbiología ULA	Ciencias Medicas Fundamentales ULA
Microbiología Médica UCV	Ciencia y Tecnología de Alimentos LUZ, UCV

**Maestrías**

Biología UCV, LUZ, IVIC	Ecología Aplicada LUZ
Biología Aplicada UDO	Ecología Tropical ULA
Biología Celular ULA	Entomología UCV
Biología Molecular ULA	Entomología en Salud Pública UCV
Biología de la Reproducción Humana IVIC	Farmacología UCV
Botánica Agrícola UCV	Farmacología Sanitaria UNEFM
Biotecnología de Alimentos UNESR	Física Médica UCV, IVIC
Biotecnología y Microorganismos ULA	Fisiología UCLA
Ciencias del Ambiente LUZ	Fitopatología UCLA
Ciencias Ambientales UNEG-UY	Genética LUZ
	Ingeniería Biomédica ULA, USB
	Inmunología ULA,LUZ
	Inmunología Básica UCV



*Investigaciones en Ciencias Biológicas en Venezuela*

Inmunología Clínica UCV	Ciencias de los Alimentos USB
Micología UNEFM	Ciencias Biológicas USB
Microbiología ULA,LUZ	Ciencias Farmacéuticas UCV
Nutrición UC, USB	Ciencias Fisiológicas UCV
Parasitología UCV	Ciencias Marinas UDO
Protozoología ULA	Ciencia y Tecnología de Alimentos UCV
Química de Medicamentos UCV, ULA	Ecología Tropical ULA
Recursos Naturales Renovables UNELLEZ	Entomología UCV
	Ingeniería Ambiental LUZ
<b>Doctorados</b>	Parasitología UCV
Biología UCV, IVIC	Química de Medicamentos UCV
Biología Celular ULA	Zoología Agrícola UCV
Biotecnología de Microorganismos ULA	

En la lista aparecen 9 programas de Especialización, 50 programas de maestría y 16 programas de doctorado. Sin embargo, hay que notar que algunos programas de maestría y de doctorado no aparecen en esta lista por ser considerados menciones dentro de un área específica. Por ejemplo el doctorado en biología de la UCV comprende menciones en Biología Celular, Botánica, Ecología y Zoología; mientras que el doctorado en Biología del IVIC, comprende las menciones: Antropología, Bioquímica, Ecología, Fisiología y Biofísica, Genética Humana, Inmunología, y Microbiología. Lo mismo sucede para el caso de las maestrías.

Independientemente de este hecho, es importante destacar que, por lo que respectan los doctorados, la totalidad de ellos están distribuidos entre las cinco Universidades más importantes del país y el IVIC.

Por lo que respecta las maestrías, por otra parte, 41 programas están asociados con este mismo grupo de 6 Instituciones, mientras que nueve están asociados a 6 otras instituciones. Esto parece

indicar que ha habido un cierto grado de saludable control o auto-control en otorgar y/o asumir la responsabilidad de abrir programas de postgrado, favoreciendo las instituciones que gracias al mayor número de investigadores, podían ofrecer cursos de postgrado basados en sólidos programas de investigación.

## ***X. GLOSARIO***

**FLSCN.** Fundación La Salle de Ciencias Naturales

**IDEA.** Instituto de Estudios Avanzados

**INIA.** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**IVIC.** Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

**LUZ.** Universidad del Zulia

**UC.** Universidad de Carabobo

**UCOLA.** Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado

**UCV.** Universidad Central de Venezuela

**UDO.** Universidad de Oriente

**ULA.** Universidad de los Andes

**UNEFM.** Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda

**UNEG.** Universidad Nacional Experimental de Guayana

**UNELLEZ.** Universidad Nacional Experimental de los Llanos  
Ezequiel Zamora

**USB.** Universidad Simón Bolívar

**UY.** Universidad de Yacambú

**XI. NOTAS**

<sup>1</sup> Véase <http://biblioteca.universia.net/directorio.do>

<sup>2</sup> Biblios es un programa de computación de código abierto escrito para Microsoft FOX versión 9 y su Visual Basic QUE corre en máquinas con sistemas operativos WINDOWS de Microsoft.

<sup>3</sup> Es un software libre para uso no comercial que corre en Windows (32 bit) y que puede descargarse del sitio: <http://vlado.fmf.unilj.si/pub/networks/pajek>

<sup>4</sup> See <http://www.scimago.es>

<sup>5</sup> Descriptores en Ciencias de la Salud fue creado por BIREME (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>)

<sup>6</sup> [http://190.202.84.229/teuton\\_TODO/Serverfvpi2004/consultasXgrupos/indexBusquedaGeneral.gamma.php?id=con](http://190.202.84.229/teuton_TODO/Serverfvpi2004/consultasXgrupos/indexBusquedaGeneral.gamma.php?id=con)

<sup>7</sup> Caputo y Requena. Datos no publicados.

<sup>8</sup> Empero 44 tienen algún artículo incluido en la base de datos de WoS/ISI. Esta discrepancia deviene de falta de actualización de los CV o perdida de talento en los primeras etapas del periodo bajo estudio.