

ISSN 2027-1352 (online version)
ISSN 0122-7483 (printed version)

Universitas.

Scientiarum

Vol. 19 No. 2 Mayo - Agosto de 2014



Biocoli - 3D Tree Fractal - Paul Nylander - www.bugman123.com



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Revista de Ciencias / Journal of Sciences / Journal das Ciencias



Universitas Scientiarum (Univ. Sci.) (ISSN 0122-7483 printed version; ISSN 2027-1352 online version), was founded in 1987 by the Faculty of Science of the Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. It is an Open Access, multidisciplinary, peer-reviewed Journal, directed to researchers in the exact and natural sciences.

The objective of our journal is to contribute original theoretical and practical knowledge to promote the understanding necessary to resolve environmental and health problems within a Latin-American context.

The journal has a distinguished editorial board composed of 70 Ph.D. leading researchers in different fields from around the world (20 countries).

Universitas Scientiarum publishes original articles, short communications, reviews, mini-reviews (meta-analysis, reviews of methods and concepts), methods articles, and book reviews. The journal accepts manuscripts in English.

Advantages of publishing with us:

Unrestricted open access

First on-line (article is published as soon as it is accepted)

Fast review processing (***the time from submission to first on-line publication is less than three months***)

High quality peer-review

No page charges

Free PDF

Color page free of charge

Free, limited, paper reprints

Paper citation update (analytics)

The journal is indexed and referenced in SciELO Citation Index- ISI Web of Knowledge – Thomson Reuters, Scopus (Q3), Google Academic, ASFA, ZOOLOGICAL RECORDS, ULRICHSWEB, COPERNICUS, Chemical Abstracts (CA), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Periódica, Academia, Dialnet, HINARI, AGORA, SciELO, Latindex, Redalyc, e-revist@s, LILACS, Zenodo, Sherpa/Romeo and National Bibliographic Index (Publindex, A2). *Universitas Scientiarum* is ranked third among Latin American multidisciplinary journals.

Every paper submitted is subjected to international peer-review by experts in each discipline. In order to provide the highest publication quality, once a manuscript has been accepted for publication, it will undergo free language copyediting, typesetting, and reference validation.

The journal is printed three times a year (April, August and December); however, every paper is published, as first on line, once it has been accepted (open access).

All submissions are processed online through the management and publishing Open Journal System (OJS).

Open Journal System registration and manuscripts submission:
www.javeriana.edu.co/scientiarum/ojs

To submit their manuscript, authors should follow these steps:
NEW submittal>fill in the fields>SAVE>upload submittal files>SAVE>fill in author and manuscript data>SAVE>Upload supplementary files >SAVE and END submittal.

further information please contact us at:

scientiarum@javeriana.edu.co

Universitas Scientiarum webpage:

www.javeriana.edu.co/scientiarum/web

Articles are available instantly and permanently on line for all readers, at no charge. No embargos apply.



Green Open Access Journal: The author can use the publisher's or published PDF version on their personal or their institution's web page or in a noncommercial repository. The journal has no processing fees for authors (no publication charge for page, color figures, processing, hosting, or PDF use).

Address: Oficina 627, Edificio 52 Carlos Ortíz, Carrera 7 No 43-82, Bogotá, Colombia, Suramérica. Tel: 57-1-3208320 ext 4159. Fax 57-1-3208320 ext 4070.



Universitas Scientiarum is licensed under Creative Commons 2.5 of Colombia: Attribution - Noncommercial - No Derivative Works. Whole or partial printed reproduction of this work is prohibited, including typeface design and cover, without the express or written authorization of the Pontificia Universidad Javeriana and authors.



La Revista *Universitas Scientiarum* se encuentra bajo la licencia Creative Commons 2.5 de Colombia: Reconocimiento - No comercial - Sin obras derivadas. Prohibida la reproducción impresa total o parcial de esta obra - incluido el diseño tipográfico y de portada - sin autorización expresa y por escrito de la Pontificia Universidad Javeriana y de sus autores.

Universitas Scientiarum encourages authors to submit high quality, original, interdisciplinary and multidisciplinary research papers in the exact and natural sciences, within a broad variety of disciplines and topics:

Mathematics and statistics

Bioinformatics and modeling
Information and computer sciences

Physics

Material science

Chemistry

Organic chemistry
Natural products and
Medicinal plants
Inorganic chemistry
Analytic chemistry
Phytochemistry
Chemical biology

Biochemistry

Neuroscience
Human biochemistry
Clinical biochemistry

Biology

Cell biology and cancer
Morphology, physiology and
behavior
Stem cell research
Zoology, Botany

Natural history

Life histories

Genetics and Evolution

Molecular biology
Population genetics
Molecular systematics
Microorganism genetics

Taxonomy and Systematics

Biodiversity

Ornithology
Entomology
Herpetology
Ichthyology
Mastozoology

Biogeography

Ecology

Population ecology
Conservation biology
Community ecology
Ecosystem ecology
Landscape ecology
Global change ecology
Monitoring
Plant ecology
Ecological niche
Dispersal and connectivity ecology

Conservation biology

Management

Marine Sciences

Oceanography
Marine ecology
Coral reefs and management
Coral reproduction and recruitment

Limnology

Agricultural entomology

Land sciences

Geology

Geochemistry

Biomedical sciences

Epidemiology

Microbiology

Applied microbiology
Intracellular bacteria
Antimicrobial resistance
Clinical microbiology
Virology
Environmental microbiology
Soil and water microbiology

Immunology

Parasitology

Infectious diseases

Protozoan diseases

Nutrition sciences

Food quality
Food chemistry
Health and nutrition
Clinical nutrition

Biotechnology

Environmental biotechnology
Soil and water treatment
Microbial biotechnology

Veterinary

Multidisciplinary sciences (i.e. Astronomy)

Rejection rate: 50%



THOMSON
REUTERS

SciELO Citation Index
Connections to the broader global



Scientific Electronic Library Online



LA HEMEROTECA CIENTÍFICA EN LÍNEA

latindex
Sistema Regional de Información
en Línea para Revistas Científicas
de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Dialnet
INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

Academia.edu
biblioteca
virtual en salud

e-revist@s
SHERPA/Romeo



Zoological Record



Universitas Scientiarum (Univ. Sci.)

Vol. 19 N° 2 Mayo - Agosto de 2014

Disponible en:

www.javeriana.edu.co/scientiarum/web

www.javeriana.edu.co/scientiarum/ojs

Editor en Jefe	Alberto Acosta, Ph.D. Pontificia Universidad Javeriana	Asistente Editorial	Paola Correa Cuadros
Comité Editorial	Carlos Sarmiento, Ph.D. Universidad Nacional de Colombia Colombia	Pasante Sena	Lorena Delgado Chacón
	Diógenes Campos, Ph.D. Universidad Jorge Tadeo Lozano Colombia	Diagramadora	Marly Rincón López
	Eric Treml, Ph.D. University of Melbourne Australia	Corrector de Estilo	Martha Vallejo
	Erick C. Franklin, Ph.D. Hawaii Institute of Marine Biology USA	Revisión Inglés	Gypsy Español (T&T)
	Jhon Mario González, Ph.D. Universidad de los Andes Colombia	Revisión Portugués	Humberto Gil Silva Rafeiro, Ph.D.
	Josefina Jover de la Prida, Ph.D. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Cuba	Secretaria Editorial	Mayra Alejandra Roa
	Rubem Carlos A. Guedes, Ph.D. Universidade Federal de Pernambuco Brasil	Impresión	Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas – JAVEGRAF –
	Wanzhi Cai, Ph.D. China Agricultural University China	Foto de carátula	Capa completa 3D Tree Fractal – Paul Nylander www.bugman123.com



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Rector	Jorge Humberto Peláez Piedrahita, S.J.
Vicerrector Académico	Ing. Luis David Prieto Martínez
Vicerrectora de Investigación:	Dra. Consuelo Uribe Mallarino
Secretario General	Dr. Jairo Humberto Cifuentes Madrid
Decana Académica Facultad de Ciencias	Concepción Puerta B., Ph.D.

COMITÉ CIENTÍFICO - EDITORES ASOCIADOS POR TEMÁTICA

Alexander Meskhi, Ph.D., D.Sc.

Mathematics

A. Razmadze Mathematical Institute
- Academy of Sciences
alex72meskhi@yahoo.com

Georgia 

Antonio R. Quesada, Ph.D.

Mathematics

University of Akron
akesada@uakron.edu
USA 

Bernardo Vargas, Ph.D.

Marine ecology and Monitoring

NOAA, University of Hawaii
bernardo.vargasangel@noaa.gov
USA 

Carlos L. Armando Cespedes Acuña

Chemistry of Natural Products, Chemical Ecology, Natural Insecticides-Herbicides
Universidad Del Bío-Bío, Chile
cespedes.leonardo@gmail.com
Chile 

Elvira María Alvarado Ch, Ph.D.

Ecology, Coral reproduction and Recruitment
Universidad Jorge Tadeo Lozano
elvaradochacon@gmail.com
Colombia 

Eric Treml, Ph.D.

Connectivity, Spatial analysis, Graph theory, Modeling, and Dispersal
University of Melbourne
etreml@unimelb.edu.au
Australia 

Fredd Jopp, Ph.D.

Ecology, Modelling, Complex Systems
Justus Liebig-Universität Gießen
Fred.Jopp@allzool.bio.uni-giessen.de
Alemania 

Gabino Garrido Garrido, Ph.D.

Pharmaceutical Sciences, cardiovascular, inflammation, pain and natural products. Universidad Católica del Norte
gabinocl@yahoo.com
Chile 

George Barreto, Ph.D.

Neuroscience
Pontificia Universidad Javeriana
gsampaio@javeriana.edu.co
Colombia 

Igor Dimitri Forero, Ph.D.

Entomology, Biodiversity, Systematics, Evolution, Biogeography
Pontificia Universidad Javeriana
forero-i@javeriana.edu.co
Colombia 

Ismael Samudio, Ph.D.

Cell Biology and Cancer
British Columbia Cancer Agency
ismael.samudio@gmail.com
Canada 

James M. Mair, Ph.D.

Marine biology

Heriot-Watt University
j.m.mair@hw.ac.uk
Escocia 

Jeffrey Robens, Ph.D.

Pharmacology, Cell Biology
Edanz Group
jrobens@edanzgroup.com
Estados Unidos 

Jorge H. Jácome Reyes, Ph.D.

Botany and Plant ecology

Pontificia Universidad Javeriana
jacomej@javeriana.edu.co
Colombia 

Jose G. Mijares Palacio , Ph.D.

Mathematics

Denver University
jose.mijarespalacios@du.edu
USA 

José Pastor Giménez Q., Ph.D.

Mathematics

Universidad de los Andes
jgimenez@ula.ve
Venezuela 

Juan C. Moreno Piraján, Ph.D.

Chemistry

Universidad de los Andes
jumoreno@uniandes.edu.co
Colombia 

Juan Carlos Salcedo Reyes, Ph.D.

Physics

Pontificia Universidad Javeriana
salcedo.juan@javeriana.edu.co
Colombia 

León Dario Pérez Pérez, Ph.D.

Chemistry

Pontificia Universidad Javeriana
leon.perez@javeriana.edu.co
Colombia 

Luca Rastrelli, Ph.D.

Natural products and Medicinal plants

University of Salerno
rastrelli@unisa.it
Italia 

Luis Gonzalo Sequeda C., M.Sc.

Analytic chemistry, Phytochemistry,

Quality systems and Food

Pontificia Universidad Javeriana
lsequeda@javeriana.edu.co
Colombia 

Manuel Ruiz, Ph.D.

Population genetics

Pontificia Universidad Javeriana
mruiz@javeriana.edu.co
Colombia 

Marcela Franco Correa, Ph.D.

Soil mycology and Microbiology

Pontificia Universidad Javeriana
franco@javeriana.edu.co
Colombia 

Maria Inés Giménez, Ph.D.

Molecular biology and

Proteolysis of Haloarchaea

Universidad Nacional de Mar del Plata
migimen@mdp.edu.ar
Argentina 

Marylin E. Hidalgo Diaz, Ph.D.

Microbiology of intracellular bacteria,

Antimicrobial resistance

Pontificia Universidad Javeriana
hidalgo.m@javeriana.edu.co
Colombia 

Nelson Rangel Buitrago, Ph.D.

Geology and Land sciences

Universidad de Cádiz (UCA)
nelson.rangel@invemar.org.co
España 

Norberto Chavarría Hernández, Ph.D.

Biotechnology

Instituto de Ciencias Agropecuarias
norberto@ueah.edu.mx
México 

Pablo Sáenz Agudelo, Ph.D.

Population genetics and Dispersal ecology

University of Science and Technology
Red Sea Research Center, King Abdullah
pablo.saezagudelo@kaust.edu.sa
Arabia Saudita 

Rafael Baquero Parra, Ph.D.

Physics

CINVESTAV - IPN
rbaquero@fis.cinvestav.mx
México 

Raúl Poutou, Ph.D.

Environmental biotechnology, Biological treatment of water and soil

Pontificia Universidad Javeriana
rpoutou@javeriana.edu.co
Colombia 

Refugio Rodríguez V., Ph.D.

Environmental biotechnology, Biological treatment of water and soil

CINVESTAV-IPN
rrodrig@cinvestav.mx
México 

Sergio Córdoba, M.Sc.

Ornithology, Ecology and Evolution

Princeton University
scordoba@princeton.edu
USA 

Sergio Eduardo de Carvalho Machado, Ph.D.

Psychiatry and Neuroscience

Universidade Federal do Rio de Janeiro
secm80@yahoo.com.br
USA 

Sunghoon Jung, Ph.D.

Biodiversity, Entomology, Molecular systematics, Heteroptera

Research Institute for Agricultural and Life Sciences,
Seoul National University
john23@snu.ac.kr
Corea del Sur 

Victor González Betancourt, Ph.D.

Biodiversity, Natural history, Entomology

University of Kansas Division of Entomology,
Natural History Museum
victorgonzab@gmail.com
USA 

Victor Salceda Sacanelles, Ph.D.

Population genetics, Drosophila, Chromosomal polymorphisms, Radiation

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
victor.salceda@inin.gob.mx
México 

Vladimir Puentes Granada, Ph.D.

Fishery - Life History - Ecology

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
zanclus0715@gmail.com
Colombia 

Vladimir V. Kouznetsov, Ph.D.

Chemical biology, Organic chemistry

AUNAP Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
vladimir.puentes@aulap.gov.co
Colombia 

Wanzhi Cai, Ph.D.

Entomology, Agricultural entomology, Heteroptera

China Agricultural University
caiwz@cau.edu.cn
China 

ASESORES CIENTÍFICOS

COLOMBIA

Concepción Puerta Bula, Ph.D.*Biomedical sciences*

Pontificia Universidad Javeriana

cpuerta@javeriana.edu.co

Diógenes Campos, Ph.D.*Physics*Universidad Jorge Tadeo Lozano
dcamposr@utadeo.edu.co**Eddy Pariguan, Ph.D.***Mathematics*

Pontificia Universidad Javeriana

epariguan@javeriana.edu.co

Fabio Roldán, Ph.D.*Environmental microbiology*

Pontificia Universidad Javeriana

fabio.roldan@javeriana.edu.co

Humberto G. Silva Rafeiro, Ph.D*Mathematics*

Pontificia Universidad Javeriana

silva-h@javeriana.edu.co

John Mario González, Ph.D.*Inmunology*

Universidad de los Andes

johgonza@uniandes.edu.co

Juan Carlos Salcedo Reyes, Ph.D.*Physics*

Pontificia Universidad Javeriana

salcedo.juan@javeriana.edu.co

Julio Delgado Boada, Ph.D.*Microbial biotechnology*

Biotechnova

jdelgado26@hotmail.com

Ludis Morales Álvarez, Ph.D.*Human biochemistry*

Pontificia Universidad Javeriana

ludis.morales@javeriana.edu.co

Luis A. Barrera, Ph.D.*Clinical biochemistry*

Pontificia Universidad Javeriana

abarrera@javeriana.edu.co

Pedro Monterrey, Ph.D.*Mathematics, Epidemiology and Statistics*

Universidad del Rosario

pedro.monterrey@urosario.edu.co

INTERNACIONAL

Antonio R. Quesada, Ph.D.*Mathematics*

University of Akron

aquesada@uakron.edu

USA **Jordi Jordana, Ph.D.***Veterinary*

Universidad Autónoma de Barcelona

jordi.jordana@uab.cat

España **Armando Cáceres Estrada***Chemical Biologist*

Universidad de San Carlos (USAC)

acaceres46@hotmail.com

Guatemala **José Manuel Siverio, Ph.D.***Microbial biotechnology, Biochemistry*

Universidad de la Laguna

jsiverio@ull.es

España **Blanca Estela Barragán Huertas, Ph.D.***Biotechnology*

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas

bbarraga59@yahoo.com

México **Constantino González, Ph.D.***Conservation biology, Biodiversity, Ecology*

Universidad Nacional Autónoma

de México (UNAM)

cgs@ibiologia.unam.mx

México **Enrique Martínez, Ph.D.***Ecological niche*

Universidad Nacional Autónoma

de México (UNAM)

emm@ibiologia.unam.mx

México **Fanny Guzman Quimbayo, Ph.D.***Biomedical sciences*

Universidad Católica de Valparaíso

fanny.guzman@ucv.cl

Chile **Gabriel Padilla, Ph.D.***Microorganisms genetics*

Universidad de São Paulo

gpadilla@icb.usp.br

Brasil **Héctor R. Galleguillos, Ph.D.***Geochemistry*

Universidad de Antofagasta

hgalleguillos@uantof.cl

Chile **Josefina Jover de la Prida, Ph.D.***Chemistry*

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

jjover@uclv.edu.cu

Cuba **Joseph Mark Shostell, Ph.D.***Biology*

Penn State University

joseph.shostell@gmail.com

USA **Julia A. Sanchez, Ph.D.***Parasitology*

Universidad Centro Occidental

Lisandro Alvarado

juliasanchezch@yahoo.com

Venezuela **Manuel Carlos López, Ph.D.***Biomedical sciences*

Instituto de Parasitología y Biomedicina, CSIC

mclopez@ipb.csic.es

España **María Carmen Thomas Carazo, Ph.D.***Biomedical sciences, Protozoan diseases*

Instituto de Parasitología y Biomedicina, CSIC

mctomas@ipb.csic.es

España 

AGRADECIMOS A LOS SIGUIENTES EVALUADORES DEL Vol. 19 No. 2

Alis Yovana Pataquiva, Ph.D.
Universidad Jorge Tadeo Lozano
Colombia 

Ana Casas, Ph.D.
Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia 

Andreu Cabot, Ph.D.
Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats – ICREA
Institut de Recerca En Energía de Catalunya - IREC
España 

Beynor Paez, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana
Colombia 

Carlos Andres Arredondo, Ph.D.
Universidad de Medellín
Colombia 

Carlos Parra, Ph.D.
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Colombia 

Cecilia Cuevas, Ph.D.
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
México 

Cesar Rodríguez, Ph.D.
Universidad de Panamá
Panamá 

Clara Inés Buriticá Arboleda, Ph.D.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia 

Edgardo Pineda, Ph.D.
Universidade Estadual de Maringá
Brasil 

Gabriel Camargo, M.Sc.
Universidad Libre de Colombia
Colombia 

Harshita Kumari, Ph.D.
University of Missouri-Columbia
USA 

Hugo Armando Mosqueda, Ph.D.
Universidad Autónoma de Nuevo León
México 

Jesus Hernando Otalora, M.Sc.
Universidad de la Amazonia
Colombia 

Joan Faccello Osma Cruz, Ph.D.
Universidad de los Andes
Colombia 

Jose Manuel Merino, Ph.D.
Universidad Autónoma de Madrid
España 

Jose Maria Cabrera, Ph.D.
Universidad Politécnica de Cataluña
España 

Jose Ramon, Ph.D.
Universidad de La Habana
Cuba 

Juan Carlos Salcedo, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana
Colombia 

Juan Irache, Ph.D.
Universidad de Navarra
España 

Juan Luis Ortega, Ph.D.
Universidad de Granada
España 

Julio A. Alonso, Ph.D.
Universidad de Valladolid
España 

Karunakaran Nair, Ph.D.
Universidad Nacional Autónoma de México
México 

Marcela Silva, Ph.D.
Universidade Estadual de Maringá
Brasil 

Milciades Díaz, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia
Colombia 

Nancy Forero, Ph.D.
Ecole Polytechnique
Francia 

Nissinen Maija, Ph.D.
University of Jyväskylä
Finlandia 

Oscar Higuera, Ph.D.
Universidad Tecnológica de Pereira
Colombia 

Prospero Acevedo, Ph.D.
Universidad Nacional Autónoma de México
México 

Rafael Colas, Ph.D.
Universidad Autónoma de Nuevo León
México 

Rafael Gonzalez, Ph.D.
Universidad del Norte
Colombia 

Roberto Zysler, Ph.D.
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas – CONICET
Argentina 

Silvia González Pérez, Ph.D.
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador 

Teresita Robert Núñez, M.Sc.
Universidad Nacional Autónoma de México
México 

Victor de la Prida, Ph.D.
Universidad de Oviedo
España 

Xavier Fontane, Ph.D.
Institut de Recerca en Energía de Catalunya – IREC
España 

CARTA EDITORIAL

La micro y nanotecnología se perfilan en el siglo XXI como desarrollo tecnológico de gran impacto en la sociedad. La fabricación de micro y nano dispositivos tiene un rango de aplicaciones ilimitado. Los aparatos electrónicos, especialmente móviles de uso cotidiano, tabletas y teléfonos inteligentes cuentan con microprocesadores constituidos por millones de chips integrados en un área muy pequeña. Adaptando un teléfono móvil con un sensor apropiado, puede convertirse en un instrumento de diagnóstico médico o analizador de sustancias nocivas. De igual forma la industria automotriz ha adecuado micro-sensores inteligentes en el sistema de frenos ABS e incorporado nanopartículas en los lubricantes del motor para aumentar su eficiencia. Otros campos de acción que han sido beneficiados por la micro y nanotecnología de biochips son las ciencias de la salud en el diagnóstico de células cancerígenas, industria de alimentos para pronóstico preventivo de bacterias, ingeniería del medio ambiente en el control de emisión de CO₂, utilización de tubos de carbono para reforzado de pavimentos. Lo anterior tan solo puntuiza algunas aplicaciones de las muchas que involucran la micro y nanotecnología en nuestra sociedad. En especial, desde Colombia son varias las propuestas que vienen estimulando espacios para promover la educación, investigación, desarrollo e innovación en micro y nanotecnología. Ejemplo de ello, son las cuatro versiones del “Encuentro Colombiano de Micro y Nanotecnología (ECMN)”, el cual ha sido un espacio de intercambio de conocimiento entre expertos nacionales e internacionales en nanotecnología. Las ediciones I, II y III del ECMN se realizaron en la Universidad de los Andes-Colombia, en tanto que el IV ECMN fue organizado del 7 al 11 de Octubre de 2013 por el Grupo de Películas Delgadas y Nanofotónica de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá-Colombia. Para el desarrollo de este encuentro, resaltamos la invaluable colaboración de los profesores Alba Avila y Jenny Hernández de la Universidad de los Andes, Alis Pataquiva de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Andrés Suarez de la Universidad Libre, Hugo Zea de la Universidad Nacional de Colombia, German Yahmure de la Pontificia Universidad Javeriana y Fredy Mesa de la Universidad del Rosario; quienes apoyaron la logística y consecución de recursos económicos (COLCIENCIAS, Alexander von Humboldt-Stiftung/Foundation, Universidad Libre, IEEE y EDS) para la movilidad de los invitados internacionales, entre ellos:

Henrique L. Gomes (Portugal)
Biosensors and Molecular Plastic electronics
Universidad de Algarve

Gary Patton (USA)
Vicepresidente IBM

Vicente Rodríguez (México)
Nanomateriales, nanocatálisis y biocombustibles
Instituto Potosino de Investigación Científica y
Tecnológica Nanomateriales y Catálisis

Alexander Kolsman (Alemania)
Sistemas fotovoltaicos orgánicos
Karlsruhe Institut für Technologie

Rodrigo Gómez (Colombia)
Centro Nacional de Microelectrónica
Barcelona, España

Osama O. Awadelkarim (USA)
Associate Director of the Center for Nanotechnology Education
and Utilization & the Nanotechnology Application Penn State

El IV ECMN trascendió las barreras geográficas colombianas y estrechó los lazos de cooperación con otros países. En la clausura del evento se concluyó sobre la importancia de unir fortalezas de todas las instituciones (tecnológicas, expertos) en un trabajo de colaboración; lo cual, además evitaría la duplicidad de esfuerzos en investigación. El grupo de investigadores en micro y nanotecnología decidió que en 2015 se hará el “V Encuentro Iberoamericano de Micro y Nanotecnología” en Cartagena; el cual será organizado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano-Colombia.

En este Volumen de “Micro y Nanotecnología” se recopilan trabajos destacados durante el IV ECMN. Las temáticas involucran propiedades estructurales, de transporte y ópticas en nano-estructuras, modelamiento y complemento experimental de niveles de trampas en semiconductores y fabricación de nanotubos. Como aportes originales de investigación se destaca la creación e implementación de nuevos métodos para evaluación de: 1. constantes ópticas en nano-estructuras y 2. trampas en materiales semiconductores. El desarrollo de estudios teóricos como primeros principios en derivados de arenas y la presentación de artículos prácticos tales como: la elaboración de nanoestructuras de TiO₂ por medio de anodización alterna (aplicación en medicina); elaboración de nanopartículas de hierro (aplicación industrial); análisis estructural de materiales de baja toxicidad (aplicación en celdas solares); y análisis mecánico y microestructural de aceros con bajo contenido de carbono (aplicación en ingeniería mecánica). Estamos seguros que la investigación generada en Colombia y en Latinoamérica en micro y nanotecnología contribuirá a resolver problemas socio-económicos y de salud.

Agradecemos a Edgar Emir González por brindar material de apoyo y plenaria en el IV ECMN, a Ingrid Schuler, Nohora Urrego y Alberto Acosta por su apoyo invaluable para la realización del evento y publicación de este número.

Beynor Antonio Paez-Sierra, Dr.rer.nat.
Hernán Rodríguez Hernández, Dr.rer.nat.
Presidentes del IV Encuentro Colombiano de Micro y Nanotecnología
Miembros del Grupo de Películas Delgadas y Nanofotónica

EDITORIAL NOTE

Micro and nanotechnology, in the XXI century, are emerging as technologies that have a high impact on society. The production of micro and nanodevices has an unlimited range of applications. Electronic devices, specifically everyday mobile devices, such as tablets and smartphones are equipped with microprocessors made of millions of embedded chips compressed into tiny spaces. A mobile phone can become a tool for medical diagnosis or an analyzer for harmful substances by equipping it with the appropriate sensor. The automotive industry has also installed micro-intelligent sensors in their ABS brake system and incorporated nanoparticles in engine lubricants to increase their efficiency. Similarly, other fields have benefited by micro and nano-biochip technology such as the health sciences in the diagnosis of cancer cells, the food industry in the prevention of bacteria, and environmental engineering in the control of CO₂ emissions and the use of carbon tubes to reinforce pavements. These examples just touch upon some of the many applications of micro and nanotechnology in our society. Colombia, in particular, has made several strives to create spaces to promote education, research, development and innovation in micro and nanotechnology. Examples of this are the four sessions of the “Colombian Micro and Nanotechnology Convention (ECMN)” in which national and international experts meet in Bogotá, Colombia to exchange knowledge in nanotechnology. The first, second and third ECMN conventions took place at the Universidad de los Andes; the fourth installment was organized by the Thin Films and Nanophotonics group of the Pontificia Universidad Javeriana and took place at this university from October 7 to 11, 2013. In the development of this meeting, the contributions of a few collaborators stand out: the invaluable cooperation of the teachers, Alba Avila and Jenny Hernandez of the Universidad de los Andes, Alis Pataquiva of the Universidad Jorge Tadeo Lozano, Andrés Suarez from the Universidad Libre, Hugo Zea of the Universidad Nacional de Colombia, German Yahmure Pontificia of the Universidad Javeriana and Freddy Mesa of the Universidad del Rosario, and those helped to organize the logistics and obtain the financial resources (COLCIENCIAS, Alexander von Humboldt-Stiftung/Foundation, Universidad Libre, IEEE and EDS) to transfer the international guests, which included:

Henrique L. Gomes (Portugal)
Biosensors and Molecular Plastic electronics
Universidad de Algarve

Gary Patton (USA)
Vicepresident IBM

Vicente Rodríguez (México)
Nanomaterials nanocatalysis and biofuels
Instituto Potosino de Investigación Científica y
Tecnológica Nanomateriales y Catálisis

Alexander Kolsman (Alemania)
Organic photovoltaics systems
Karlsruher Institut für Technologie

Rodrigo Gómez (Colombia)
Centro Nacional de Microelectrónica
Barcelona, España

Osama O. Awadelkarim (USA)
Associate Director of the Center for Nanotechnology Education
and Utilization & the Nanotechnology Application Penn State

The fourth ECMN transcended Colombian borders and strengthened the ties of cooperation with other countries. At the closing of the event, it was established that the institutions should be united (technology, experts) in a collaborative effort, to join forces and strengths and to avoid the duplication of research works. Researchers in the field of micro and nanotechnology have decided to hold the “V Iberoamerican Congress on Micro and Nanotechnology” in Cartagena, Colombia, in 2015 and the Universidad Jorge Tadeo Lozano will be the organizer.

This “Micro and Nanotechnology” volume compiles noteworthy works presented at the IV ECMN. The topics include structural, optical and transport properties of nanostructures, modeling and trap level experimental activity in semiconductors and nanotube production. Some notable original contributions to research are the creation and implementation of new methods for the evaluation of optical constants in nano-structures and traps in semiconductor materials. Similarly, the development of theoretical studies as first-principles of arene derivatives and the presentation of practical articles such as producing TiO₂ nanostructures by alternate anodization (use in medicine), the production of iron nanoparticles (industrial application), the structural analysis of materials of low toxicity (use in solar cells), and the mechanical and microstructural analysis of steels with low carbon content (use in mechanical engineering). We are confident that the research carried out in Colombia and Latin America in micro and nanotechnology will help to resolve socio-economic and health problems.

We thank Edgar Emir González for providing support and presentation material during the IV ECMN, Ingrid Schuler, Nohora Urrego and Alberto Acosta for his invaluable support of this event and the publication of this issue.

Beynor Antonio Paez-Sierra, Dr.rer.nat.
Hernán Rodríguez Hernández, Dr.rer.nat.
Presidents of the IV Colombian Micro and Nanotechnology Congress
Members of the Thin Films and Nanophotonics Group

Micro & Nanotecnología / Micro & Nanotechnology / Micro & Nanotecnologia

Original Article. Hall Effect and transient surface photovoltage (SPV) study of Cu₃BiS₃ thin films
F. Mesa, A. Dussan, B. A. Paez-Sierra, H. Rodriguez-Hernandez

99

Original Article. Procesos hopping a través del modelo difusional en materiales nanocristalinos usados para aplicaciones fotovoltaicas

A. Dussan, F. Mesa

107

Original Article. Estructura cristalina del compuesto Cu₂ZnSnSe₄ depositado por co-evaporación: análisis comparativo estannita-kesterita

Heiddy P. Quiroz, Jorge A. Calderón, A. Dussan

115

Original Article. Cálculo de constantes ópticas de películas delgadas de Cu₃BiS₃ a través del método de Wolfe

F. Mesa, V. Ballesteros, A. Dussan

123

Short Communication. Theoretical indications on the relationship between pyrogallol[4]arenes dynamics of assembling and geometry

Robert A. Cazar, F. Javier Torres

133

Original Article. Microstructure and mechanical properties of cold drawn AISI 1016 steel processed by ECAP

D.M. Marulanda, J. Cuellar, C. Rojas, L.M. Acosta

139

Original Article. Conducción hopping en películas nanocristalinas del compuesto CZTSe usado como capa absorbente en celdas solares

N. Sena, H. M. Mateus, A. Dussan

147

Original Article. Modificación del proceso de reducción expansiva para la síntesis de nanopartículas de hierro

Adriana L. Rodríguez, Hugo R. Zea

153

Original Article. Producción de nanopartículas de PLGA por el método de emulsión y evaporación para encapsular N-Acetilcisteína (NAC)

Ruth J. Lancheros, José Ángel Belén, Carlos Arturo Guerrero, Rubén Darío Godoy-Silva

161

Author Guidelines

169
