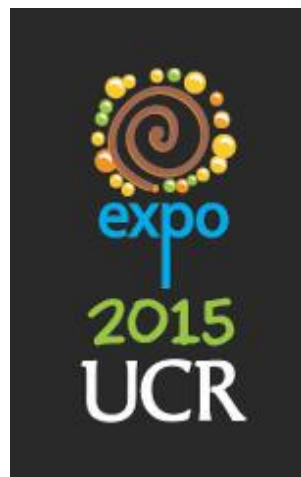


**II Foro de Investigación en Ciencias Básicas**  
**Universidad de Costa Rica**  
**Facultad de Ciencias**



*San José, 9 y 10 de Abril de 2015*



## Presentación

Como parte de la conmemoración del septuagésimo quinto aniversario de la fundación de la Universidad de Costa Rica, y en el marco de la Expo UCR 2015, hemos organizado este segundo Foro de la Investigación en Ciencias Básicas, considerando que la oportunidad era propicia para mostrar a la comunidad, tanto universitaria como nacional, parte de los aportes que se hacen en investigación en la Facultad de Ciencias.

Al igual que en el primer foro, llevado a cabo en 2013, creemos que este también es un lugar donde podemos compartir experiencias investigativas con colegas que a veces no están enterados de nuestro quehacer científico, y –por qué no– de este foro pueden surgir ideas para nuevos proyectos que se podrían emprender en el futuro cercano.

Por este medio queremos agradecer a todas las personas que han hecho posible que el Foro se pueda llevar a cabo, especialmente a las direcciones de los centros de investigación y las escuelas del Área de Ciencias Básicas, así como al personal del Decanato de la Facultad, Lic. Evelyn Ávila y Lic. Milagro Marín, y especialmente a la Vicerrectoría de Investigación, que nos ha abierto esta posibilidad.

Javier Trejos Zelaya, Decano



## Programa

### Jueves 9 de abril

Auditorio, Facultad de Educación

**09:00 – 09:30:** OLDEMAR RODRÍGUEZ (CIMPA): Del análisis de datos clásico al análisis de datos simbólico (pág. 31).

**09:30 – 10:00** JAIROL BUSTOS CARMONA (CELEQ): Verificación de la cantidad y calidad de los combustibles derivados de petróleo que se comercializan en Costa Rica (pág. 9).

**10:00 – 10:30: Café.**

**10:30 – 10:50** MAVIS MONTERO (CELEQ): Catálisis heterogénea de la oxidación del agua: Actividad superficial vs amorfización en fosfatos de cobalto (pág. 25).

**10:50 – 11:10** RONALD ZÚÑIGA (Esc. Matemática): Estratificaciones sobre el Espacio Móduli de Fibrados de Higgs (pág. 41).

**11:10 – 11:30** ERICK RIVERA (CIGEFI): Ríos atmosféricos y eventos de precipitación intensa en Arizona durante la época invernal (pág. 30).

**11:30 – 12:00** JAVIER BONATTI (CICANUM): Sobre la Investigación Esotérica (pág. 8).

**12:00 – 12:30** DANIEL AZOFEIFA (CICIMA): Absorción de hidrógeno en capas delgadas de paladio: cambios en la función dieléctrica (pág. 6).

**12:30 – 14:00 : Almuerzo.**

**14:00 – 14:20** GUSTAVO A. GUTIÉRREZ (Esc. Biología): Consecuencias de la invasión humana en el hábitat silvestre en Costa Rica (pág. 13).

**14:20 – 14:40** GABRIELA MORA (CIGEFI): Estudio de los sistemas de circulación meso-escalares en los mares intra-americanos (pág. 26).

**14:40 - 15:00** JOSÉ LEITÓN (Esc. Química): Compresión y purificación de biogás (pág. 19).

**15:00 – 15:30: Café.**

**15:30 – 15:50** LELA TALIASHVILI (CINESPA): Evolución a largo plazo de promi-nencias solares asociadas con nuevos flujos magnéticos (pág. 37).

**15:50 – 16:10** ALEXANDER WALSH (Esc. Matemática): Servidores en series, el proceso de Hammersley-Aldous-Diaconis y sus generalizaciones (pág. 40).

**16:10 - 16:30** MIGUEL ARAYA (CINESPA): Radiación de alta energía de remanentes de supernova (pág. 3).

## **Viernes 10 de abril**

Auditorio, Facultad de Educación

**09:00 – 09:30** ADRIÁN PINTO (CIEMic): Actividades científicas del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (pág. 29).

**09:30 – 10:00** JULIO F. MATA (Esc. Química): Método sencillo para la medición de porosidad dinámica (pág. 20).

**10:00 – 10:30: Café.**

**10:30 – 10:50** ERICK CASTELLÓN Y ANDREA COLINA (Esc. Química): Remoción de arsénico en aguas mediante fibras vegetales funcionalizadas con polipirrol (pág. 12).

**10:50 – 11:10** LISELA MOREIRA ET AL. (CIBCM): Los microinvasores: especies no deseadas para el agro y la biodiversidad vegetal en el país (pág. 28).

**11:10 – 11:30** EVALUNA MÁRQUEZ Y JULIO MATA (Esc. Química): Eficiencia en el aprovechamiento térmico de biomásas lignocelulósicas (pág. 21).

**11:30 - 12:30** SESIÓN DE POSTERS

1. MÓNICA ALVARADO, GUY LAMOUREUX Y ALICE PÉREZ (CIPRONA): Síntesis de nuevos derivados amino de sistemas naftoquinónicos (pág. 1).
2. ERIC J. ALFARO (CIGEFI): Predicción Estacional del Veranillo en la cuenca del río Tempisque, Pacífico Norte de Costa Rica, América Central.
3. JORGE AMADOR, MARÍA J. ANDERSON Y BLANCA CALDERÓN (CIGEFI): The October 1891 Cartago floods (Costa Rica) using documentary sources and 20CR data.
4. CARLOS ARIAS, GUY LAMOUREUX Y ALICE PÉREZ (CIPRONA): Desarrollo de nuevos derivados de naftoquinonas y tioles, caracterización y propiedades (pág. 4).
5. HUGO HIDALGO Y ERIC ALFARO (CIGEFI): Proyecciones de Alta Resolución de Cambio Climático en Centroamérica usando modelos CMIP5.

6. HUGO HIDALGO ET AL. (CIGEFI): Simulaciones del Ciclo Hidrológico Terrestre usando el Modelo Hidrológico Distribuido de Capacidad de Infiltración Variable.
7. HEIDY GUTIERREZ, LELA TALIASHVILI Y MIGUEL ROJAS (CINESPA): Magnetic Evolution of Coronal Hole and the Associated Filament (pág. 15).
8. HEIDY GUTIERREZ, LELA TALIASHVILI Y MIGUEL ROJAS (CINESPA): Evolution of a Group of Coronal Holes Associated with Eruption of Nearby Prominences and CMEs (pág. 16).
9. MIGUEL ROJAS, HEIDY GUTIERREZ Y LELA TALIASHVILI (CINESPA): Multi-wavelength Comparative study of oscillations of sunspot and filament (pág. 32).

**12:30 – 14:00 : Almuerzo.**

**14:00 – 14:20** MAIKOL SOLÍS (CIMPA): Estimación no paramétrica de una matriz condicional de covarianza para reducción de la dimensión (pág. 36).

**14:20 – 14:40** MARIBELLE VARGAS (CIEMic): Distribución de los dinoflagelados potencialmente productores de toxinas (pág. 38).

**14:40 – 15:00** HUGO SOLÍS (Esc. Física): Simulación de ataques cuánticos contra cifrados clásicos (pág. 35).

**15:00 – 15:30: Café.**

**15:30 – 15:50** MAURICIO MONTERO ASTÚA ET AL. (CIBCM): Detección y diversidad de *Impatiens necrotic spot virus* e *Iris yellow spot virus* en Costa Rica (pág. 23).

**15:50 – 16:10** IZAYANA SANDOVAL ET AL. (CIBCM): Desarrollo y estandarización de herramientas moleculares para el etiquetado (“barcoding”) de las especies de áfidos de Costa Rica y para el estudio de éstos como biosensores de cambio climático (pág. 33).

**16:10 – 16:30** TANIA LEANDRO ET AL. (CIBCM): Estandarización de un protocolo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) (Ascomycota: Cordycipitaceae) sobre *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio (pág. 17).





## Tablas de Contenidos<sup>1</sup>

---

1. Síntesis de Nuevos Derivados Amino de Sistemas Naftoquinónicos <i>Mónica Alvarado Rojas, Guy V. Lamoureux y Alice Pérez</i> .....	1
2. Radiación de Alta Energía de Remanentes de Supernova <i>Miguel Araya</i> .....	3
3. Desarrollo de Nuevos Derivados de Naftoquinonas y Tioles, Caracterización y Propiedades <i>Carlos Arias Álvarez, Guy V. Lamoureux y Alice Pérez</i> .....	4
4. Absorción de Hidrógeno en Capas Delgadas de Paladio: Cambios en la Función Dieléctrica <i>Daniel E. Azofeifa, William E. Vargas y Neville Clark</i> .....	6
5. Sobre la Investigación Esotérica <i>Javier Bonatti</i> .....	8
6. Verificación de la Cantidad y Calidad de los Combustibles Derivados de Petróleo que se Comercializan en Costa Rica <i>Jairol Bustos</i> .....	9
7. Remoción de Arsénico en Aguas Mediante Fibras Vegetales Funcionalizadas con Polipirrol <i>Erick Castellón y Andrea Colina</i> .....	12
8. Consecuencias de la Invasión Humana en el Hábitat Silvestre en Costa Rica <i>Gustavo Gutiérrez Espeleta</i> .....	13
9. Magnetic Evolution of Coronal Hole and the Associated Filament <i>Heidy Gutiérrez, Lela Taliashvili, Zadig Mouradian y Alexandre Lazarian</i>	15
10. Evolution of a Group of Coronal Holes Associated with Eruption of Nearby Prominences and CMEs <i>Heidy Gutiérrez, Lela Taliashvili y Zadig Mouradian</i> .....	16
11. Estandarización de un Protocolo para Evaluar la Patogenicidad de <i>Beauve-</i>	

---

<sup>1</sup>Todas las charlas tendrán lugar en el Auditorio de la Facultad de Educación.

<i>ria bassiana</i> (Bals.) (Ascomycota: Cordycipitaceae) sobre <i>Toxoptera citricida</i> (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) en Condiciones de Laboratorio <i>Tania Leandro, Katherine Vargas, Carolina Godoy, Adonay Zúñiga, Alejandro Vargas, Lisela Moreira y Mauricio Montero</i> .....	17
12. Compresión y Purificación de Biogás <i>José Leitón Chacón</i> .....	19
13. Eficiencia en el Aprovechamiento Térmico de Biomasa Lignocelulósicas <i>Evaluna Márquez Salazar y Julio F. Mata Segreda</i> .....	20
14. Método Sencillo para la Medición de Porosidad Dinámica <i>Julio F. Mata Segreda</i> .....	21
15. Detección y diversidad de <i>Impatiens necrotic spot virus</i> e <i>Iris yellow spot virus</i> en Costa Rica <i>Mauricio Montero, Elena Vásquez, David Bermúdez, Natasha Dejuk, Laura Garita Salazar y Lisela Moreira</i> .....	23
16. Catálisis Heterogénea de la Oxidación del Agua: Actividad Superficial vs Amorfización en Fosfatos de Cobalto <i>Mavis Montero Villalobos</i> .....	25
17. Estudio de los Sistemas de Circulación Meso-escalares en los Mares Intra-americanos <i>Gabriela Mora Rojas, Eric Alfaro Martínez, Jorge Amador Astúa, Hugo Hidalgo León y Ana María Quesada Durán</i> .....	26
18. Los Microinvasores: Especies no Deseadas para el Agro y la Biodiversidad Vegetal en el País <i>Lisela Moreira, William Villalobos, Elena Vásquez, Laura Garita y Mauricio Montero</i> .....	28
19. Actividades Científicas del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas <i>Adrián Pinto Tomás</i> .....	29
20. Ríos Atmosféricos y Eventos de Precipitación Intensa en Arizona Durante la Época Invernal <i>Erick Rivera Fernández</i> .....	30
21. Del Análisis de Datos Clásico al Análisis de Datos Simbólico <i>Oldemar Rodríguez</i> .....	31
22. Multi-Wavelength Comparative Study of Oscillations of Sunspot and Filament <i>Miguel Rojas, Lela Taliashvili, Heidy Gutiérrez y Rodrigo Carboni</i> .....	32
23. Desarrollo y Estandarización de Herramientas Moleculares para el Etiquetado	

tado (“Barcoding”) de las Especies de Áfidos de Costa Rica y para el Estudio de éstos como Biosensores de Cambio Climático <i>Izayana Sandoval, Elena Vásquez, Laura Garita, Lisela Moreira y Mauricio Montero</i> .....	33
24. Simulación de Ataques Cuánticos contra Cifrados Clásicos <i>Hugo Solís</i> .....	35
25. Estimación No Paramétrica de una Matriz Condicional de Covarianza para Reducción de la Dimension <i>Maikol Solís, Jean-Michel Loubes y Clément Marteau</i> .....	36
26. Evolución a Largo Plazo de Prominencias Solares Asociadas con Nuevos Flujos Magnéticos <i>Lela Taliashvili</i> .....	37
27. Distribución de los Dinoflagelados Potencialmente Productores de Toxinas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental <i>Maribelle Vargas Montero</i> .....	38
28. Servidores en Series, el Proceso de Hammersley-Aldous-Diaconis y sus Generalizaciones <i>Alexánder Walsh Zúñiga</i> .....	40
29. Estratificaciones sobre el Espacio Móduli de Fibrados de Higgs <i>Ronald Alberto Zúñiga Rojas</i> .....	41
Índice de Palabras Clave .....	42
Índice de Autores .....	44
Centros de Investigación y Escuelas .....	45



# 1

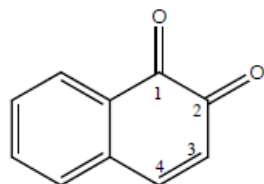
---

## Síntesis de Nuevos Derivados Amino de Sistemas Naftoquinónicos<sup>2</sup>

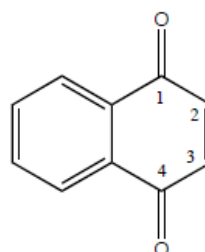
Mónica Alvarado Rojas, Guy V. Lamoureux y Alice Pérez

Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA)

Las naftoquinonas son compuestos de suma importancia tanto en Química orgánica y en Química medicinal debido a sus propiedades biológicas y estructurales. Se pueden encontrar en numerosas familias de plantas, siendo utilizadas en la medicina popular como fuente en el tratamiento de numerosas enfermedades. Son vitales en las cadenas de transporte electrónico en las vías metabólicas, y participan en un sinnúmero de procesos biológicos de oxidación/reducción. Son compuestos orgánicos derivados del naftaleno, y cuentan con tres isómeros, siendo de nuestro interés los sistemas naftoquinónicos 1,2 y 1,4. Ambos núcleos están presentes en varios productos naturales, todos con actividad biológica muy alta.



1,2-Naftoquinona

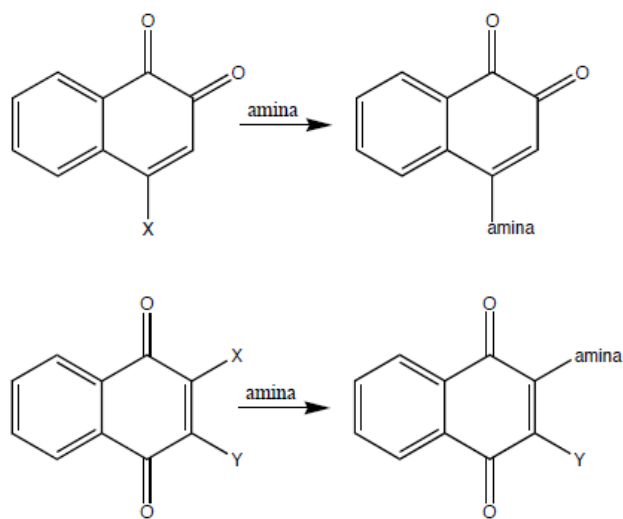


1,4-Naftoquinona

Entre los compuestos naftoquinónicos sintéticos, no hay muchas rutas de síntesis, por lo que hay un mayor interés en la formación de estos derivados. Nuestro enfoque es en compuestos del tipo aminonaftoquinonas, los cuales han mostrado una increíble gama de actividades biológicas como antibacterianos, antifúngicos, anticancerígenos y antimaláricos.

<sup>2</sup>Sesión de Posters. Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:30 a.m.

Los objetivos de este proyecto es continuar formando una biblioteca de derivados amino de sistemas naftoquinónicos, principalmente 1,2-naftoquinonas. Se formularon nuevas metodologías debido a la ausencia de procedimientos generales en la literatura. Para cada derivado, se caracterizó el producto usando propiedades físicas y espectroscópicas. Se investigará la actividad biológica de cada compuesto nuevo para hacer un estudio de la relación entre estructura y propiedades (QSAR). Los resultados esperados al fin del proyecto son tener una serie de compuestos puros y caracterizados que aumente el conocimiento en la Química orgánica y Química medicinal de esta familia de compuestos, con vías a aplicaciones en el ámbito farmacéutico.



**Palabras clave:** síntesis; derivados amino; sistemas naftoquinónicos; naftoquinonas.

## 2

---

# Radiación de Alta Energía de Remanentes de Supernova<sup>3</sup>

**Miguel Araya**

Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA)

Los remanentes de supernova han sido considerados por mucho tiempo como las principales fuentes de rayos cósmicos en la galaxia, sobre todo porque producen un ambiente favorable para el desarrollo del proceso de aceleración por difusión en una onda de choque. Se sabe que los remanentes son fuentes importantes de rayos X y ondas de radio no térmicos, lo que constituye evidencia de la presencia de leptones de altísima energía. Recientemente, esta población de objetos ha sido estudiada en rayos gamma (con energías desde los MeV a los TeV). Sin embargo, en la mayoría de los casos no hay evidencia concluyente sobre la naturaleza hadrónica de esa radiación, en parte por la falta de conocimiento sobre las propiedades del ambiente de los objetos, tales como la temperatura del plasma, densidad, y campo magnético, y por la baja resolución espacial de las observaciones de altas energías. Se revisarán algunas de las propiedades del proceso de aceleración de rayos cósmicos en algunos de estos objetos así como también algunos aspectos claves de dicho proceso que han sido descubiertos recientemente gracias a las observaciones de rayos gamma.

**Palabras clave:** supernova; remanente de supernova; rayos cósmicos; plasma.

---

<sup>3</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 4:10 p.m.

### 3

---

## Desarrollo de Nuevos Derivados de Naftoquinonas y Tioles, Caracterización y Propiedades<sup>4</sup>

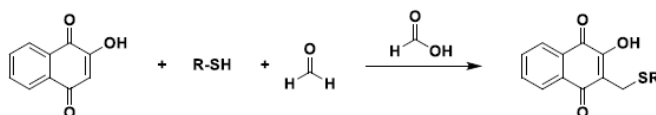
Carlos Arias Álvarez, Guy V. Lamoureux y Alice Pérez

Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA)

Las 1,4-naftoquinonas y algunos derivados son estudiados debido a que presentan propiedades antimaláricas y antifúngicas. Compuestos de origen natural como el lapachol y la lawsona, han sido la base para la formación de muchos de los derivados naftoquinónicos.

En este proyecto se desarrolló la síntesis de una variedad de derivados de tipo tioéter para tres sustratos naftoquinónicos, como lo son la 2-hidroxi-1,4-naftoquinona (lawsona), el 2,4-dicloro-1,4-naftoquinona y la 6,7-dicloro-5,8-quinolinquinona, mediante la implementación de nuevas metodologías con el propósito de obtener de productos novedosos.

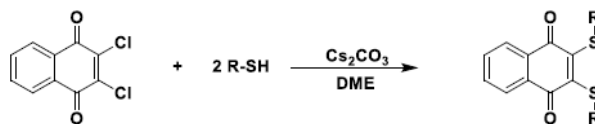
El primer proceso implica la generación del derivado tioéter en la posición 3 de la lawsona utilizando un puente de metileno; para esta reacción de tipo tio-Mannich se utiliza formaldehído como fuente de metileno en condiciones ácidas.



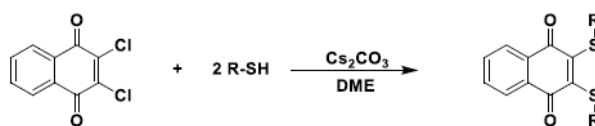
Debido al sistema presente en la 2,3-dicloro-1,4-naftoquinona, la generación de productos mono-sustituídos no es controlable, generando mezclas, por lo que se pensó en la formación de derivados di-sustituídos. Por lo tanto se desarrolló una metodología para la formación de este tipo de derivados utilizando tioles de volumen espacial variado.

<sup>4</sup>Sesión de Posters. Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:30 a.m.





De forma similar al caso anterior, para la 6,7-dicloro-5,8-quinoliquinona, la presencia del nitrógeno en el anillo aromático introduce un factor de reactividad importante, que afectaría la regioselectividad de la sustitución.



Para estos derivados fueron caracterizadas sus propiedades físicas y espectroscópicas, además de estudiar una propiedad interesante que fue observada durante la purificación de los mismos, como lo es el solvatochromismo.

**Palabras clave:** derivados de naftoquinonas; derivados de tioles; compuestos de origen natural.

## **4**

---

# **Absorción de Hidrógeno en Capas Delgadas de Paladio: Cambios en la Función Dieléctrica<sup>5</sup>**

**Daniel E. Azofeifa, William E. Vargas y Neville Clark**

Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (CICIMA)  
& Escuela de Física

El hidrógeno es absorbido espontáneamente por muchos de los metales y por ello varios están siendo considerados como posibles almacenadores de hidrógeno. Uno de los sistemas metal-hidrógeno más estudiado y utilizado en aplicaciones, es el hidruro de paladio. En el CICIMA hemos estudiado los efectos de la absorción de hidrógeno en las propiedades ópticas de varios metales. Resultados de nuestro trabajo en capas de Pd han sido utilizados recientemente en el desarrollo de nanoantenas detectoras de hidrógeno fabricadas con nanoestructuras de Pd depositadas en un metal noble [1]. En esta presentación se describen los trabajos realizados por nuestro grupo en capas con espesores manométricos de Pd hidrogenado. En particular se muestra una reciente descripción paramétrica realizada a partir de mediciones ópticas, de los cambios en la función dieléctrica de las nanoestructuras de Pd, debidos a la absorción de hidrógeno [2].

Las capas delgadas (espesores entre 10 y 30 nm) fueron crecidas a temperatura ambiente sobre sustratos de cuarzo amorfo mediante evaporación con haz de electrones ( $\tilde{4}\text{keV}$ ), a una presión base de  $7.0 \times 10^{-7}$  mbar. Sus resistencias eléctricas y sus espectros de transmisión ( $\lambda$  entre 240 y 1050 nm) en incidencia normal fueron medidos mientras la presión de hidrógeno se incrementaba hasta 920 mbar. La inversión numérica de estos espectros mediante el método del gradiente espectral, permite obtener la función dieléctrica de las películas delgadas. A partir de ésta utilizando el modelo de campo medio de Bruggeman se calcula la función dieléctrica media de los granos de paladio que conforman muestras. Esta a su vez es

---

<sup>5</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 12:00 m.d.

parametrizada utilizando el modelo de Brendel-Bormann que incorpora las contribuciones de las transiciones intrabanda de los electrones libres y de las transiciones interbanda asociadas a electrones ligados

**Palabras clave:** capas delgadas; absorción de hidrógeno; paladio; función dieléctrica.

### Referencias

- [1] Tittl, A.; Kremers, C.; Dorfmueller, J.; Chigrin, D.N.; Giessen, H. (2012) “Spectral shifts in optical nanoantenna-enhanced hydrogen sensors”, *Optical Materials Express* **2**: 111–118.
- [2] Vargas, W.E.; Azofeifa, D.E.; Clark, N.; Solis, H.; Montealegre, F.; Cambronero, M. (2014) “Parametric formulation of the dielectric function of palladium and palladium hydride thin films”, *Applied Optics* **53**(24): 5294.

## 5

---

# Sobre la Investigación Esotérica<sup>6</sup>

**Javier Bonatti**

Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares  
(CICANUM)

Basado en mi propia experiencia y a través de un ejemplo muy concreto, se muestra como una investigación formal, en este caso sobre astrometría relativista toca umbrales de otras disciplinas científicas. Estas disciplinas aplican en sus investigaciones métodos científicos un tanto diferentes a los que normalmente aplicamos los que trabajamos en ciencias básicas o ciencia dura. Es ahí donde se encuentra el investigador colocado en el filo del abismo. Donde un paso en falso puede hacer peligrar toda una investigación. Se encuentra entonces ante el reto de cómo obtener provecho de esta situación y sin pérdida de calidad, seguir contribuyendo al avance de la ciencia.

**Palabras clave:** astrometría relativista; investigación esotérica.

---

<sup>6</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 11:30 a.m.

## **6**

---

# **Verificación de la Cantidad y Calidad de los Combustibles Derivados de Petróleo que se Comercializan en Costa Rica<sup>7</sup>**

**Jairol Bustos**

Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ)

El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos, compuestos heterocíclicos de nitrógeno, oxígeno y azufre, agua, entre otros componentes, que se origina a partir de restos de materia orgánica y microorganismos sujetos a distintos procesos físicos y químicos durante muchos años.

Es una materia prima de gran espectro, durante muchos años ha tenido una innumerable variedad de aplicaciones en diferentes tipos de industrias, entre ellas la de los combustibles. El petróleo se clasifica, principalmente, con base en dos de sus propiedades fisicoquímicas: densidad (livianos, medios, pesados y extrapesados) o cantidad de azufre presente (dulce o ácido).

Para la producción de combustibles el petróleo se somete a un proceso de refinación, en la cual se calienta gradualmente para separar los diferentes compuestos según sus temperaturas de ebullición. La preparación final de cada combustible se da principalmente al agrupar los compuestos destilados por ámbitos de temperatura de ebullición. La gasolina, por ejemplo, está compuesta de una mezcla de hidrocarburos con temperaturas de ebullición entre (25 a 225) °C y el diesel entre (150 a 400) °C.

Los combustibles como la gasolina o el diesel están compuestos principalmente por hidrocarburos entre C4 a C20 y una gran variedad de aditivos específicos para aumentar el rendimiento, contrarrestar las condiciones ambientales, seguridad durante el almacenamiento, transporte o distribución, entre otros.

---

<sup>7</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 9:30 a.m.

Internacionalmente los combustibles se evalúan principalmente contra las especificaciones ASTM (*American Society for Testing and Materials*), sin embargo, las especificaciones que rigen en nuestro país desde el 2005 están definidas en los Reglamentos Técnicos Centroamericanos (RTCA), los cuales incluyen, en la mayoría de los parámetros, las mismas especificaciones ASTM, dado que son de conocimiento y uso global, las cuales son utilizadas como base para definir los RTCA de nuestra región. Cada combustible que se distribuye en nuestro país tiene un RTCA específico que regula la composición, la volatilidad, los contaminantes, el desempeño, entre otras propiedades.

En nuestro país, el responsable de verificar el cumplimiento de los combustibles contra los RTCA es la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos de Costa Rica (ARESEP), la cual contrató al Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ), a través de un convenio entre ARESEP–FUNDEVI–UCR, para evaluar la cantidad y calidad de los combustibles que distribuye la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) y todas las estaciones de servicio del país.

De esta forma el CELEQ evalúa periódicamente, desde hace más de 10 años, las propiedades fisicoquímicas de los combustibles y las compara contra las especificaciones indicadas en los RTCA. Además, es responsable de utilizar la versión vigente de cada método de análisis ASTM y de acatar las indicaciones de los Decretos y Resoluciones en cuanto al método de análisis y los valores límites oficiales para una correcta aplicación. Entre los diferentes análisis o inspecciones que realiza el CELEQ están:

- Requerimientos técnicos: Número de octano, curva de destilación, densidad, viscosidad.
- Condiciones ambientales: Temperatura de escurrimiento, temperatura de congelamiento.
- Regulaciones: Contenido de azufre, contenido de plomo, contenido de manganeso.
- Seguridad y transporte: Temperatura de inflamación, presión de vapor.
- Verificación de la cantidad de combustibles dispensado.

El programa de evaluación de la cantidad y la calidad de los combustibles

que ha realizado el CELEQ por más de 10 años ha permitido dar tranquilidad a los consumidores de que pueden comprar el volumen y la calidad que corresponde, sin embargo, no podemos dejar de lado que durante este tiempo se han encontrado varios incumplimientos.

En este caso, para cada incumplimiento la ARESEP efectúa una investigación de oficio que termina en una multa o inclusive hasta la pérdida de la concesión o permiso de la estación de servicio si se constata la afectación a los consumidores.

Entre los principales incumplimientos se ha encontrado agua y sedimentos en los combustibles, baja temperatura de inflamación en diesel, mezclas entre combustibles, bajo número de octano en la gasolina superior y surtidores fuera de especificación o descalibrados. Dichos incumplimientos pueden causar daños en el motor, los inyectores y en la bomba de combustible o incluso hasta explosiones o incendio en los vehículos. Sin embargo, en términos generales se dice que el programa ha dado una estabilidad y una confiabilidad de que el combustible que se distribuye es acorde contra las especificaciones vigentes, ya que somos el país con las regulaciones más exigentes posibles de todo Centroamérica.

**Palabras clave:** petróleo; combustibles; calidad de combustibles.

## 7

---

## Remoción de Arsénico en Aguas Mediante Fibras Vegetales Funcionalizadas con Polipirrol<sup>8</sup>

Erick Castellón y Andrea Colina

Escuela de Química

Se han utilizado subproductos agroindustriales fibrosos de caña de azúcar, piña y palma aceitera, además de algodón, como sustratos para su funcionalización con polipirrol. Esta funcionalización se ha efectuado mediante oxidación química in situ del pirrol en presencia de las fibras vegetales, resultando en materiales compuestos con capacidad de intercambio aniónico, dado el carácter policatiónico del polipirrol. Se han estudiado las propiedades texturales de las fibras funcionalizadas mediante microscopía electrónica y adsorción de nitrógeno a temperaturas criogénicas, así como las propiedades de remoción de especies de arsénico en agua por parte de las fibras funcionalizadas a partir de las isothermas de adsorción de arsenato. Los resultados muestran buenas cualidades en cuanto a las características de las fibras vegetales modificadas con polipirrol aplicadas para la remediación de aguas contaminadas con arsénico.

**Palabras clave:** remoción; arsénico; fibras vegetales; polipirrol.

---

<sup>8</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 10:30 a.m.



## 8

---

# Consecuencias de la Invasión Humana en el Hábitat Silvestre en Costa Rica<sup>9</sup>

**Gustavo Gutiérrez Espeleta**

Escuela de Biología

Las poblaciones de las cuatro especies de monos así como de las seis especies de felinos que existen en Costa Rica, han sufrido una drástica reducción tanto en distribución como en abundancia. Lo mismo ha ocurrido con muchas otras especies. La destrucción del hábitat a las zonas adyacentes de las áreas protegidas y por consiguiente, la desaparición de las poblaciones en estas áreas, aísla las poblaciones protegidas y limitan el intercambio de genes con otros grupos. Tanto la falta de migración como el pequeño tamaño de las poblaciones resultan en la pérdida de variación genética.

Presiones antropogénicas pueden exacerbar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat en las poblaciones. Varias investigaciones han documentado los efectos de la pérdida del hábitat en las poblaciones de monos y felinos de Costa Rica principalmente. Se evaluó la cantidad de variación genética basada en microsatélites entre y dentro de poblaciones y entre y dentro de diferentes regiones del país. Se incluyeron tanto poblaciones de áreas protegidas como de regiones fuera de ellas, así como áreas con varios grados de perturbación. También se analizó la presencia de varios agentes infecciosos, como virus, bacterias, hongos y parásitos.

Pese a que la relación exacta entre variación genética y conservación de especies no es fácil de establecer, la mayoría de autores piensan que hay una relación positiva entre ambas variables. Entre mayor sea la variabilidad genética mayores serán las probabilidades de enfrentar situaciones adversas y por tanto la conservación a mediano y largo plazo de las especies. Se pretende ilustrar el impacto de la deforestación y la efectividad de los esfuerzos de conservación en la preservación de estas especies. Se discute

---

<sup>9</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 2:00 p.m.

además, el papel que podría estar jugando varios agentes infecciosos en poblaciones de animales silvestres y su potencial ciclo epidémico.

**Palabras clave:** Monos, felinos; fragmentación del hábitat; variabilidad genética; agentes infecciosos; conservación.

## 9

---

# Magnetic Evolution of Coronal Hole and the Associated Filament<sup>10</sup>

Heidy Gutiérrez, Lela Taliashvili, Zadig Mouradian<sup>11</sup> y  
Alexandre Lazarian<sup>12</sup>

Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA)

We report the results of a detailed study of magnetic evolution of equatorial coronal hole and the nearby filament. Particularly, we analyze the small-scale magnetic reconfiguration of their surrounding related with the filament instability using SDO/AIA, SDO/HMI and GONG and Observatory Paris-Meudon images and magnetograms. We observed the signatures of magnetic reconnection between the filament channel and the boundary of coronal hole accompanied by the moving plasma from the filament's surroundings toward coronal hole. Additionally, MHD waves are observed along the moving plasma trajectory, related with magnetic reconnection and followed by the disappearance of a coronal hole and magnetic diffusion.

**Palabras clave:** coronal hole; prominence; magnetic field; magnetic diffusion; coronal mass ejection.

---

<sup>10</sup>Sesión de Posters. Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:30 a.m.

<sup>11</sup>Observatoire de Paris-Meudon, LESIA, 92190 Meudon, France

<sup>12</sup>Astronomy Department, University of Wisconsin, Madison, U.S.A.

## 10

---

# Evolution of a Group of Coronal Holes Associated with Eruption of Nearby Prominences and CMEs<sup>13</sup>

Heidy Gutiérrez, Lela Taliashvili y Zadig Mouradian<sup>14</sup>

Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA)

We present the results of detailed study of a set of activities developed on one of three enclosed sectors of solar region during the period of February 07-13, 2012. We found the sequence of certain topological perturbations of whole coronal holes (CH) and their surroundings associated with eruption of nearby prominence and subsequent Coronal Mass Ejections (CMEs). Especially, we observe the emergence of small bright points and the formation of dimming regions (DRs) close to the filament's channel associated with a pre-evolution of filament/prominence eruption, whereas their disappearance and the shrinkage of CH we found associated with the post-eruption evolution of prominence and post-CME.

**Palabras clave:** coronal hole; prominence; dimming region; magnetic field; coronal mass ejection.

---

<sup>13</sup>Sesión de Posters. Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:30 a.m.

<sup>14</sup>Observatoire de Paris-Meudon, LESIA, 92190 Meudon, France

## 11

---

# Estandarización de un Protocolo para Evaluar la Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) (Ascomycota: Cordycipitaceae) sobre *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) en Condiciones de Laboratorio<sup>15</sup>

Tania Leandro Espinosa<sup>16</sup>, Katherine Vargas<sup>17</sup>, Carolina Godoy<sup>18</sup>, Adonay Zúñiga<sup>19</sup>, Alejandro Vargas Martínez<sup>20</sup>, Lisela Moreira<sup>21</sup>, Mauricio Montero-Astúa<sup>22</sup>

Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM)

Los áfidos se alimentan del floema de las plantas, causando daños directos en la planta e indirectos por la transmisión de virus. Este es el caso de *Toxoptera citricida*, el áfido negro de los cítricos, ya que es uno de los principales vectores del virus de la tristeza de los cítricos, el cual ha causado millones de pérdidas alrededor del mundo. El objetivo de la investigación es evaluar el potencial patogénico que presentan aislamientos de *Beauveria bassiana* contra el áfido de los cítricos y determinar su utilidad para realizar un control sobre éste. Se estableció una colonia de *T. citricida* en el invernadero del CIBCM y se están midiendo las fluctuaciones poblacionales de ésta desde su inicio. Se han realizado ensayos preliminares con una o varias cepas del hongo sobre ninfas o adultos del áfido. Se ha observado una tendencia de los tratamientos con hongo en disminuir el número de áfidos (40-100%) con respecto a los controles (20-60%). Actualmente, se están comparando diferentes diseños experimentales y análisis estadísticos para estandarizar un protocolo de bioensayo. Además, a partir de los

---

<sup>15</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 4:10 p.m.

<sup>16</sup>Estudiante de Licenciatura, Escuela de Biología.

<sup>17</sup>Escuela de Ciencias Exactas, UNED.

<sup>18</sup>Escuela de Ciencias Exactas, UNED.

<sup>19</sup>Escuela de Agronomía, UCR.

<sup>20</sup>Escuela de Ciencias Agrícolas, UNA.

<sup>21</sup>Escuela de Agronomía, UCR.

<sup>22</sup>Escuela de Agronomía, UCR.

cadáveres de los áfidos se está re-aislando el hongo para comprobar que las muertes de los insectos se dieron por el hongo de interés y no por otro contaminante. Los primeros resultados indican que hay contaminación en los tratamientos control (33% de mortalidad asociada a *B. bassiana*), mientras que en los tratamientos con hongos hay variabilidad en el porcentaje de mortalidad asociada al re-aislamiento del hongo (promedios de 27 a 80%).

**Palabras clave:** control biológico; hongos entomopatógenos; bioensayo; áfido negro de los cítricos; CTV.

## 12

---

# Compresión y Purificación de Biogás<sup>23</sup>

**José Leitón Chacón**

Escuela de Química

El biogás es una fuente renovable de energía que forma parte de la gama de biocombustibles disponibles en el país. Su generación se hace a partir de la descomposición anaeróbica de desechos agrícolas y urbanos. El metano es su principal componente y se encuentra en concentraciones que rondan el 70%. Para una eventual comercialización y uso del biogás, se debe eliminar los principales contaminantes como lo son el dióxido de carbono y el ácido sulfhídrico. Luego de la purificación, el gas rico en metano puede ser comprimido para utilizarlo lejos del biodigestor donde fue generado. Este proceso de compresión tiene un costo energético que se justifica por la baja densidad energética del metano. En la presentación se hablará de la experiencia en la purificación de biogás utilizando agua a presión y cianobacterias, también se hablará de su compresión utilizando un compresor de aire.

**Palabras clave:** energías renovables; purificación de biogás; compresión de biogás.

---

<sup>23</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 2:40 p.m.

## 13

---

# Eficiencia en el Aprovechamiento Térmico de Biomosas Lignocelulósicas<sup>24</sup>

**Evaluna Márquez Salazar y Julio F. Mata Segreda**

Laboratorio de Biomosas, Escuela de Química

Los residuos agrícolas, agroindustriales y forestales son potencialmente útiles como combustibles sólidos. Su poder calórico superior es de 16 MJ/kg - 20 MJ/kg en base seca, y la composición química de la especie original define el valor específico para cada material.

La combustión incompleta de éstos produce mucho humo negro, monóxido de carbono, hidrocarburos y alquitranes. Esto significa disminución del poder calórico y aumento de emisiones atmosféricas contaminantes.

La corrección del problema de combustión ineficiente se corrige optimizando parámetros de operación de las cámaras de quemado como: alimentación y temperatura del aire, diseño del equipo y tamaño de partícula del combustible sólido, entre otros.

Pero antes de emprender un programa nacional de eficiencia energética para la combustión de biomosas, debe explorarse el aprovechamiento del proceso en diferentes empresas agroindustriales (ingenios azucareros, beneficios cafetaleros, plantas extractoras de aceite de palma).

La metodología empleada es la determinación del calor de combustión de material orgánico residual en las cenizas de los hornos. Se ha observado valores de energía no aprovechada de hasta 10 MJ térmicos por kilogramo de ceniza. La energía no aprovechada correlaciona con la *porosidad dinámica* de las biomosas originales.

**Palabras clave:** energía térmica; eficiencia energética; biomosas lignocelulósicas.

---

<sup>24</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:10 a.m.



## 14

---

# Método Sencillo para la Medición de Porosidad Dinámica<sup>25</sup>

**Julio F. Mata Segreda**

Laboratorio de Biomosas, Escuela de Química

La destilación y el secado de materiales son posiblemente las dos operaciones de mayor demanda energética. Por esta razón, conviene conocer con detalle las particularidades supramoleculares que definen la difusión de fluidos (agua por ejemplo) en los poros de los materiales. Se ha llamado porosidad dinámica al efecto combinado del espacio vacío, la constrictividad y la tortuosidad de un material poroso en la difusión en matrices sólidas (duras o blandas).

El análisis de curvas de secado es el origen de la información indicada, y permite la comparación entre diferentes materiales, ya sean éstos minerales, suelos, biomosas o sólidos sintéticos.

Es útil expresar datos de secado a temperatura y humedad ambiental constantes como rapidez de secado,  $dx/dt$ , en donde  $x$  es el grado de secado que ha ocurrido a un tiempo  $t$ , en función de la fracción de humedad residual asociada al sólido ( $1 - x$ ).

Un periodo inicial de rapidez constante señala la evaporación superficial, mientras las partículas están cubiertas totalmente por el líquido. El proceso superficial se mantiene mientras la rapidez de llegada de líquido a la superficie iguale a la rapidez de evaporación. En esta fase del proceso:

$$\frac{dx}{dt} = \text{constante.}$$

Cuando se alcanza un grado de secado crítico  $x_c$ , aparecen “islas secas” sobre la superficie y la cinética constante cambia a un periodo de rapidez variable decreciente. La descripción del avance de secado durante

---

<sup>25</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 9:30 a.m.

esta fase es descrita por la ecuación:

$$\frac{dx}{dt} = \left( \frac{k}{\text{Área}} \right) (1 - x).$$

El último tracto de la operación a valores avanzados de  $x$  involucra el avance del frente de evaporación dentro de los poros hacia la superficie. Se propone que fluidos difunden más fácilmente en sólidos porosos que muestran tener mayores valores de  $x_c$ . Se encontró correlación positiva entre  $x_c$  y el radio medio de poros en papel de filtro de porosidad declarada por el fabricante:

$$\log x_c = 0,039 \log(r/\mu m) - 0,077.$$

Se discutirá también la interpretación de valores de  $x_c$  y  $(k/\text{Área})$  para biomazas lignocelulósicas y materiales inorgánicos.

**Palabras clave:** energía térmica; cinética de secado; porosidad dinámica.

## 15

---

### **Detección y diversidad de *Impatiens necrotic spot virus* e *Iris yellow spot virus* en Costa Rica<sup>26</sup>**

**Mauricio Montero Astúa<sup>27</sup>, Elena Vásquez Céspedes<sup>28</sup>, David Bermúdez Gómez<sup>29</sup>, Natasha Dejuk Protti<sup>30</sup>, Laura Garita Salazar<sup>31</sup> y Lisela Moreira<sup>32</sup>**

Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM)

Costa Rica es un puente biológico entre los ecosistemas de Norte y Sur América, además cuenta con una agricultura diversificada y con un importante comercio internacional de productos agrícolas (importación y exportación). Este es un panorama que favorece la diversidad e introducción de patógenos de plantas en el país. Los tospovirus son un grupo de virus de plantas de importancia económica que se consideran como enfermedades emergentes. Su efecto económico ha aumentado en diversos cultivos alrededor del mundo y nuevas especies de tospovirus o nuevas asociaciones virus-vector han sido descritas. Por lo tanto, es interesante desde el punto de vista científico y de importancia económica para la agricultura nacional, conocer la ocurrencia y diversidad de tospovirus en el país. Para responder a esta pregunta se realizó un análisis preliminar de 300 plantas, colectadas utilizando como criterio para análisis la presencia de síntomas de tipo viral o que los productores reportaron un síntoma desconocido para ellos. Las muestras se evaluaron mediante la prueba de ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) para la presencia de las especies virales: *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Impatiens necrotic spot virus* (INSV), *Iris yellow spot virus* (IYSV), y los serogrupos *Groundnut ringspot virus/ Tomato chlorosis virus* (GRSV/TCSV) y *Watermelon silver*

---

<sup>26</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 3:30 p.m.

<sup>27</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>28</sup>Estudiante de Licenciatura, Escuela de Biología.

<sup>29</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>30</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>31</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>32</sup>Escuela de Agronomía.

*mottle virus/ Groundnut bud necrosis virus* (WSMoV/GBNV). Los virus INSV, IYSV y los serogrupos GRSV/TCSV y WSMoV/GBNV en el país se detectaron por ELISA. El INSV fue la especie predominante encontrada en esta evaluación. El INSV parece responsable de una epifitía en el cultivo de chile dulce y el IYSV se encontró en el país afectando el cultivo de la cebolla. La confirmación de resultados mediante RT-PCR se realizó empleando 61 muestras. Éstas se evaluaron con seis pares de iniciadores generales para *Tospovirus* y dos pares específicos, uno para INSV y otro para IYSV. En total se realizaron 440 reacciones de RT-PCR, obteniéndose productos de amplificación en 152 reacciones. Cuarenta y una de las muestras fueron positivas al menos para un par de iniciadores y 20 muestras resultaron negativas para todos los pares de iniciadores evaluados. Mediante la secuencia de los productos de amplificación obtenidos se logró confirmar la presencia de INSV y IYSV en el país, pero no así la de los serogrupos GRSV/TCSV y WSMoV/GBNV. La comparación de las secuencias obtenidas con las de aislamientos de los virus de otros países sugieren diversidad en los tospovirus detectados en Costa Rica y mayor similitud de éstos con aislamientos de América y Europa.

**Palabras clave:** *Bunyaviridae*; *Tospovirus*; enfermedades emergentes; virus de plantas; ELISA; RT-PCR.

## 16

---

# Catálisis Heterogénea de la Oxidación del Agua: Actividad Superficial vs Amorfización en Fosfatos de Cobalto<sup>33</sup>

**Mavis Montero Villalobos**

Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ)

¿Sucede la catálisis de la oxidación del agua en la superficie o dentro del volumen del óxido sólido? Esta pregunta se responde a través del estudio de los catalizadores, a saber cristales de Pakhomovkita ( $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , Pak) y óxido de Co que contiene fosfato (CoCat). Espectroscopía de rayos X revela que los potenciales oxidantes transforman lentamente el Pak cristalino (5-8 h) completamente en el CoCat amorfo. Análisis electroquímicos demuestran un alto valor de TOF (actividad superficial) en Pak. Considerando su amorfización los resultados revelan una actividad dominante del volumen al formarse el material de CoCat y una disminución del TOF. El CoCat electrodepositado directamente prevalece la catálisis basada en el volumen del material, pero no para depósitos de muy baja dimensionalidad.

**Palabras clave:** fosfatos de cobalto; catálisis; oxidación del agua; transformación de fases; amorfización.

---

<sup>33</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 10:30 a.m.

## 17

---

**Estudio de los Sistemas de Circulación  
Meso-escalares en los Mares Intra-americanos<sup>34</sup>**

**Gabriela Mora Rojas, Eric Alfaro Martínez, Jorge Amador Astúa,  
Hugo Hidalgo León y Ana María Quesada Durán**

Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) & Escuela de Física

La temporada de huracanes en los trópicos se ve influenciada por distintos patrones mesoescalares que definen las condiciones climáticas de una región. Algunos de estos patrones están modulados por la variabilidad climática atmosférica y oceánica. Los países centroamericanos, en particular, se ven afectados directa y/o indirectamente por la formación o paso de ciclones tropicales cerca de sus costas, produciendo cuantiosas pérdidas tanto humanas como materiales.

Cada año, expertos de la Universidad Estatal de Colorado y de NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) de los Estados Unidos elaboran un pronóstico de huracanes para el Atlántico, el cual indica el número aproximado de disturbios tropicales por temporada y por región (ej. costa este de Estados Unidos, Golfo de México, Atlántico central, Caribe), así como algunos detalles de trayectoria e intensidad de éstos. Estos pronósticos resultan valiosos a nivel tropical y subtropical, sin embargo, sería óptimo poder implementar y aprovechar estos pronósticos a un nivel más regional y así colaborar con la prevención de desastres naturales, y fortalecer la seguridad humana, planificación de actividades ligadas a infraestructura y agricultura, entre otros.

Mediante este proyecto se busca elaborar una climatología de la región tropical de América e identificar qué patrones climáticos mesoescalares anteceden e influyen en la formación, trayectoria y comportamiento de los disturbios tropicales en la costa este de Nicaragua durante la segunda mitad del año, para así llevar a cabo un análisis estadístico de esta posible correlación.

---

<sup>34</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 2:20 p.m.

**Palabras clave:** desastres; riesgo; huracanes; índices de oscilación climáticos.

## 18

---

# Los Microinvasores: Especies no Deseadas para el Agro y la Biodiversidad Vegetal en el País<sup>35</sup>

Lisela Moreira<sup>36</sup>, William Villalobos, Elena Vásquez, Laura Garita<sup>37</sup>,  
Mauricio Montero Astúa<sup>38</sup>

Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM)

Las especies invasoras son aquellas introducidas de una región a otra por acciones humanas, de forma accidental o intencional. El aumento de estas introducciones a nivel mundial está ligado al aumento del comercio y del turismo. Dentro de las especies invasoras se incluyen a los organismos patogénicos, los que al entrar en contacto con especies nativas y/o locales generan enfermedades emergentes infecciosas (EEI). A nivel mundial, en las últimas décadas y con alta frecuencia, tanto en especies vegetales silvestres como en cultivos, se han presentado epidemias de EEI causadas por distintos organismos. Estas enfermedades pueden producir pérdidas económicas que en ocasiones resultan devastadoras para el agro. Además pueden afectar la biodiversidad local al reducir la capacidad de propagación de las especies infectadas y/o causarles la muerte. En este estudio se recoge y comenta información de los virus de plantas, fitoplasmas y *Candidatus Liberibacter spp.* detectados en el país desde el año 2000.

**Palabras clave:** fitoplasmas; virus de plantas; HLB; torradovirus.

---

<sup>35</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 10:50 a.m.

<sup>36</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>37</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>38</sup>Escuela de Agronomía.



## 19

---

# Actividades Científicas del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas<sup>39</sup>

**Adrián Pinto Tomás**

Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic)

El Centro de Investigaciones en Estructuras Microscópicas (CIEMic) de la Universidad de Costa Rica es un centro multidisciplinario dedicado a la investigación, docencia, acción social y vínculo externo en temas relacionados con el uso de microscopía de alta resolución. Actualmente se cuenta con tres microscopios electrónicos de transmisión, dos microscopios electrónicos de barrido, detectores espectrométricos de energía dispersiva para análisis elemental y un microscopio confocal, así como el equipo accesorio necesario para el procesamiento de las muestras.

Actualmente en el CIEMic se desarrollan cuatro líneas principales de investigación:

1. Ultraestructura de Sistemas Biológicos.
2. Ultraestructura de Sistemas Patológicos.
3. Biodiversidad.
4. Ultraestructura de Materiales.

La microscopía electrónica de alta resolución es una herramienta con un gran potencial para el estudio de materiales biológicos y no biológicos, aplicable en las ciencias naturales y en las áreas de la salud, la agronomía, la geología, la antropología y la ingeniería de materiales, por lo cual hay muchas oportunidades de desarrollar nuevos proyectos en estos campos.

**Palabras clave:** microscopía electrónica de transmisión; microscopía electrónica de barrido; análisis ultraestructural; microscopía de fluorescencia.

---

<sup>39</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 9:00 a.m.

## 20

---

# Ríos Atmosféricos y Eventos de Precipitación Intensa en Arizona Durante la Época Invernal<sup>40</sup>

**Erick Rivera Fernández**

Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) & Escuela de Física

Los ríos atmosféricos (RA) son mecanismos importantes para la generación de precipitación durante la época de invierno en el Suroeste de los Estados Unidos y, en algunos casos, están ligados con eventos hidrometeorológicos extremos en dicha región. En este trabajo, se realiza un análisis climatológico y se identifican los modos predominantes de transporte de humedad asociados con los RA que afectan las zonas montañosas del centro de Arizona. Seguidamente, se presenta un análisis de diferentes proyecciones de cambio climático que tiene por objetivo determinar potenciales cambios a futuro en la frecuencia e intensidad de estos fenómenos.

Finalmente, se muestran los resultados de algunas simulaciones numéricas de alta resolución espacial elaboradas con el modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF) que permiten comprender de mejor manera los efectos a escala regional de los RA, tanto en el período histórico como en el futuro.

**Palabras clave:** ríos atmosféricos; precipitación extrema; transporte de humedad; modelación numérica; clima; cambio climático.

---

<sup>40</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 11:10 a.m.

## 21

---

# Del Análisis de Datos Clásico al Análisis de Datos Simbólico<sup>41</sup>

**Oldemar Rodríguez**

Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA)

Se presentará un resumen de los principales métodos utilizados en el análisis de datos clásico, tanto métodos exploratorios como métodos predictivos. En métodos exploratorios se hará énfasis en el análisis en componentes principales y para los métodos predictivos se hará énfasis en los modelos de regresión. Luego se explicará la evolución que ha tenido el análisis de datos clásico al análisis de datos simbólico, para finalmente presentar el análisis en componentes principales y los métodos de regresión para variables intervalo evaluadas.

Adicionalmente, se presentarán ejemplos con datos reales utilizando los paquetes FactoMineR y RSDA desarrollados en lenguaje R.

**Palabras clave:** análisis de datos clásico; análisis de datos simbólico; métodos exploratorios; métodos predictivos; análisis en componentes principales; regresión.

---

<sup>41</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 9:00 a.m.

**22**

---

**Multi-Wavelength Comparative Study of Oscillations of Sunspot and Filament<sup>42</sup>****Miguel Rojas, Lela Taliashvili, Heidy Gutiérrez y Rodrigo Carboni**

Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA) &amp; Escuela de Física

We study oscillations of an equatorial sunspot and the filament located near the sunspot and an additional quiescent equatorial filament, far from the sunspot, based on SDO/AIA, SDO/HMI and GONG multi-wavelength data. In order to identify the inter-correlation between the sunspot's and the filament's oscillations, as well as the independent oscillations of each of them and the associated phenomenon; we analyze the evolution of the filament and sunspot's oscillations just prior to the filament eruption and onset of subsequent Coronal Mass Ejections (CMEs). We select some small regions of the filament body, compute the average intensities inside each region and get the relative oscillation with respect to the Savitzky-Golay filter. Additionally, Morlet wavelet power spectrum is obtained in order to deduce the frequencies of these oscillations. The same process is applied to the sunspot. Preliminary results of this comparative study, allows us a better understanding of the implication of sunspot's and filament's oscillations at the filament dynamic evolution and the associated CME.

**Palabras clave:** sunspot; filament; oscillation; coronal mass ejections.

---

<sup>42</sup>Sesión de Posters. Día: Viernes 10 de abril Hora: 11:30 a.m.

**23****Desarrollo y Estandarización de Herramientas Moleculares para el Etiquetado (“Barcoding”) de las Especies de Áfidos de Costa Rica y para el Estudio de éstos como Biosensores de Cambio Climático<sup>43</sup>**

**Izayana Sandoval<sup>44</sup>, Elena Vásquez-Céspedes<sup>45</sup>, Laura Garita<sup>46</sup>, Lisela Moreira<sup>47</sup>, William Villalobos, Mauricio Montero-Astúa<sup>48</sup>**

Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM)

Los áfidos (*Aphididae*) representan plagas importantes en diversidad de cultivos, por lo que su estudio tiene implicaciones agrícolas y permite también desarrollar herramientas para el manejo adecuado y sostenible de este tipo de plagas. El objetivo de este estudio es estandarizar técnicas moleculares en áfidos para (i) complementar la taxonomía por morfología, (ii) desarrollar técnicas que permitan identificar las variaciones en los patrones de metilación que ocurren en áfidos, y (iii) desarrollar técnicas para detectar variaciones en la diversidad de endosimbiontes que éstos organismos poseen, y que surgen como producto de cambios en la temperatura a la que éstos se encuentran. A largo plazo estas técnicas permitirían (i) esclarecer y validar la sistemática de áfidos de Costa Rica y (ii) utilizar a los áfidos como indicadores (biosensores) para medir los efectos del cambio climático en los ecosistemas costarricenses. Inicialmente, se han colectado diversas colonias de áfidos, de las cuales se identificaron morfológicamente los individuos y posteriormente se les extrajo ADN, con el objetivo de amplificar mediante PCR la región de la subunidad I del citocromo oxidasa mitocondrial (COI). Las secuencias obtenidas de los productos de

---

<sup>43</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 3:50 p.m.

<sup>44</sup>Estudiante de licenciatura, Escuela de Biología.

<sup>45</sup>Escuela de Biología.

<sup>46</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>47</sup>Escuela de Agronomía.

<sup>48</sup>Escuela de Agronomía.

amplificación se compararon con bases públicas disponibles y con esto se ha logrado identificar tentativamente un total de 22 especies distintas de áfidos. Adicionalmente, se han realizado bioensayos para comparar la sobrevivencia de los áfidos *Sitobion luteum* y *Toxoptera citricida* a temperatura ambiente (ca. 25°C), baja temperatura (6°C) y alta temperatura (28 ó 30°C). Posterior a esto se realizaron extracciones de ADN a los áfidos que sobrevivieron al final del bioensayo y se han probado 10 iniciadores distintos, con el propósito de realizar una amplificación aleatoria de estos ADNs (RAPDs) que permitan eventualmente identificar variaciones en los patrones de metilación producto de las variaciones de temperatura a las cuales fueron sometidos.

**Palabras clave:** ADN polimórfico; cambios ambientales; citocromo oxidasa I; endosimbiontes; factores abióticos; fenómenos epigenéticos; plagas; polifenismos; RAPDs; *Sitobion luteum*; *Toxoptera citricida*.

## 24

---

# Simulación de Ataques Cuánticos contra Cifrados Clásicos<sup>49</sup>

**Hugo Solís**

Sección de Física Teórica, Escuela de Física

Una de las temáticas de mayor interés dentro de la computación cuántica es su potencial para poder quebrantar de forma sencilla los esquemas de cifrado actuales utilizados para compartir la información de una forma segura. Con la llegada del Algoritmo de Shor que permite en tiempos polinomiales hacer la factorización en números primos se presenta una seria vulnerabilidad al esquema RSA que es el más utilizado para establecer transacciones seguras. Debido al lento desarrollo de los computadores cuánticos existen muchas interrogantes que se intentan esclarecer con la simulaciones de computadores cuánticos.

En esta ponencia se hará una revisión de los simuladores disponibles a la comunidad científica, para mostrar la evaluación de estos en su capacidad para ser usado en la simulación de los ataques cuánticos. Adicionalmente, se presentarán los resultados parciales en la implementación de estos ataques y su funcionalidad para el estudio del comportamiento de las compuertas lógicas de la arquitectura cuántica.

**Palabras clave:** computación cuántica; ataques cuánticos; simuladores de computadores cuánticos; lógica cuántica; algoritmo de Shor.

---

<sup>49</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 2:40 p.m.

25

---

## Estimación No Paramétrica de una Matriz Condicional de Covarianza para Reducción de la Dimensión<sup>50</sup>

Maikol Solís, Jean-Michel Loubes<sup>51</sup> y Clément Marteau<sup>52</sup>

Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA)

Sea  $X \in \mathbb{R}^p$  y  $Y \in \mathbb{R}$  dos variables aleatorias. Se estimará la matriz de covarianza condicional  $\mathbb{C}(\mathbb{E}[\mathbf{X}|Y])$ , usando un algoritmo basado en núcleos. Luego, se investigará la convergencia asociada con algunos supuestos de la función de densidad  $(\mathbf{X}, Y)$ . Además, en un contexto de alta dimensión, se mejorará la consistencia de nuestro estimador imponiendo algunas condiciones estructurales de  $\mathbb{C}(\mathbb{E}[\mathbf{X}|Y])$ .

**Palabras clave:** covarianza condicional; efecto codo; estimador no paramétrico; tasa paramétrica; regresión inversa rebanada.

---

<sup>50</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 2:00 p.m.

<sup>51</sup>Institut de Mathématiques de Toulouse, Francia.

<sup>52</sup>Institut de Mathématiques de Toulouse, Francia.



**26**

---

**Evolución a Largo Plazo de Prominencias Solares Asociadas con Nuevos Flujos Magnéticos<sup>53</sup>****Lela Taliashvili**

Centro de Investigaciones Espaciales (CINESPA)

Se presentan los resultados de un estudio a largo plazo de las prominencias solares, con base en las imágenes en H $\alpha$  y EUV, los magnetogramas diarios y los mapas sinópticos/magnéticos solares. Hemos identificado las regiones caracterizadas por alta concentración recurrente de las prominencias, relacionada con los puntos de pivote de prominencias, con un patrón de campo magnético muy estable, que participa activamente en la configuración del campo magnético general solar. Asimismo, hemos encontrado nuevos flujos magnéticos, cuya emergencia se relaciona con las inestabilidades de prominencias y eyecciones de masa coronal. Se analiza la aplicación de los resultados obtenidos en el Clima Espacial; especialmente, la correlación encontrada entre las regiones con los flujos magnéticos emergentes, inestabilidades de prominencias, considerando principalmente la pre- y post-evolución de erupciones dinámicas de prominencias, eyecciones de masa coronal asociadas y su geo-efectividad.

**Palabras clave:** prominencias; campo magnético; eyección de masa coronal; geo-efectividad.

---

<sup>53</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 3:30 p.m.

27

## **Distribución de los Dinoflagelados Potencialmente Productores de Toxinas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental<sup>54</sup>**

**Maribelle Vargas Montero**

Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic) &  
Facultad de Microbiología

El Parque Nacional Isla del Coco, núcleo del Área de Conservación Marina Isla del Coco, se encuentra ubicado a 532km al suroeste del litoral Pacífico de Costa Rica (5°N-87°W). Tiene un área terrestre de 24km<sup>2</sup> y 1997km<sup>2</sup> de área de ecosistemas marinos protegidos. (Castillo et al. 1988, Cortés 2008, Rojas & Alvarado 2012).

Esta isla se encuentra bajo la influencia de un complejo sistema de corrientes marinas, entre ellas, la Contracorriente Ecuatorial del Norte proveniente del oeste (Indo-Pacífico), la cual transporta aguas tropicales cálidas ligeramente al norte de la línea ecuatorial,. Además, en la Isla del Coco se manifiesta, periódicamente, el fenómeno de interacción oceánica y atmosférica conocido como El Niño (Fiedler & Talley 2006, Lizano 2008). El Niño ejerce una fuerte influencia en la composición y distribución de especies del fitoplancton marino, principalmente en la zona ecuatorial, afectando la presencia de especies que se encuentran siempre en la columna de agua. Este fenómeno es un evento dominante en la variabilidad del clima interanual en el Pacífico tropical y que tiene efectos profundos en las condiciones oceanográficas, atmosféricas y también en el ambiente biológico, incluyendo las comunidades fitoplanctónicas (Morales & Brugnoli 2001, Pennington *et al.* 2006) y en algunas ocasiones favoreciendo la presencia de especies de fitoplancton nocivas (Franks & Anderson 1992, Hallegraeff 2003, Sar *et al.* 2002).

Todas estas corrientes provenientes de diferentes zonas geográficas

---

<sup>54</sup>Día: Viernes 10 de abril Hora: 2:20 p.m.

transportan especies de fitoplancton hacia la isla, de tal forma que se produce el trasiego natural de microorganismos que podrían encontrar en la isla un ambiente apto para su desarrollo y a su vez estas especies podrían ser nocivas para el ecosistema (Fukuyo 1982, Glibert & Pitcher 2001).

A la fecha se desconoce la distribución de dinoflagelados potencialmente tóxicos en el área del Parque Nacional Isla del Coco. Esta es una situación de interés científico, ya que varias especies de microalgas desarrollan extensas proliferaciones o manchas de marea roja que pueden ser muy tóxicas, debido a la producción en algunos casos, de toxinas que producen envenenamientos a la vida humana y marina de manera directa o indirecta (Hallegraeff 1993).

Especies de dinoflagelados como *Gambierdiscus* (Adachi & Fukuyo, 1979) son conocidas por producir ciguatoxinas (P-CTX o C-CTX, Lewis & Holmes 1993), que a su vez originan la enfermedad conocida como ciguatera, ocasionada por el consumo de peces contaminados con ciguatoxinas. El hábito béntico/epifítico principalmente del género *Gambierdiscus*, (Anderson & Lobel 1987), puede provocar acumulación de ciguatoxinas en peces herbívoros que consumen macroalgas conteniendo dinoflagelados tóxicos (Steidinger 1993) y este a su vez es consumido por un pez carnívoro como la barracuda. Las ciguatoxinas se acumulan en sus músculos y se pone en riesgo a los consumidores humanos (Lewis & Holmes 1993). Existen más de 175 síntomas gastrointestinales, neurotóxicos o cardiovasculares asociados con esta toxina (Becker & Sanders 1991). Esta intoxicación puede producir problemas gastrointestinales y enfermedades neurológicas y en casos extremos la persona puede morir por problemas respiratorios, sin embargo, a pesar de la alta incidencia, la mortalidad humana es baja (Hallegraeff 1993). Asimismo, se conoce que otras especies de dinoflagelados planctónicos como *Pyrodinium bahamense* produce extensas manchas rojas en el agua, siendo esta especie productora de potentes neurotoxinas que son transmitidas al humano por el consumo de moluscos bivalvos principalmente. Este trabajo describe por primera vez algunas la incidencia de dinoflagelados potencialmente tóxicos presentes en las aguas alrededor del Parque Nacional Isla del Coco ubicada en el Pacífico Tropical Oriental.

**Palabras clave:** ciguatera; dinoflagelados; Océano Pacífico; Isla del Coco; Costa Rica.

## 28

---

# Servidores en Series, el Proceso de Hammersley-Aldous-Diaconis y sus Generalizaciones<sup>55</sup>

Alexánder Walsh Zúñiga

Escuela de Matemática

Considere un sistema de servidores en series con capacidad de almacenamiento igual a 1 y una cantidad infinita de trabajos en la primera estación. Veremos que cuando los servidores son casi determinísticos y el número de estaciones es muy grande, el sistema se puede aproximar por un proceso HAD: de Hammersley, Aldous y Diaconis. Este proceso se introdujo para investigar la longitud  $L_n$  de la máxima secuencia creciente de una permutación aleatoria y ha sido objeto de estudio en los últimos años. Viendo el proceso HAD como el límite del sistema de servidores en serie, se pueden obtener generalizaciones que nunca antes se habían estudiado. Mi investigación actual se centra en propiedades de esos nuevos procesos y sus aplicaciones.

**Palabras clave:** sistemas de servidores; proceso de HAD; permutaciones aleatorias.

---

<sup>55</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 3:50 p.m.

## 29

---

# Estratificaciones sobre el Espacio Móduli de Fibrados de Higgs<sup>56</sup>

Rónald Alberto Zúñiga Rojas

Escuela de Matemática

Considere un sistema de servidores en series con capacidad de almacenamiento igual a 1 y una cantidad infinita de trabajos en la primera estación. Veremos que cuando los servidores son casi determinísticos y el número de estaciones es muy grande, el sistema se puede aproximar por un proceso HAD: de Hammersley, Aldous y Diaconis. Este proceso se introdujo para investigar la longitud  $L_n$  de la máxima secuencia creciente de una permutación aleatoria y ha sido objeto de estudio en los últimos años. Viendo el proceso HAD como el límite del sistema de servidores en serie, se pueden obtener generalizaciones que nunca antes se habían estudiado. Mi investigación actual se centra en propiedades de esos nuevos procesos y sus aplicaciones.

**Palabras clave:** sistemas de servidores; proceso de HAD; permutaciones aleatorias.

### Referencias

- [1] Hausel, T. (1998) *Geometry of Higgs bundles*. Ph.D. Thesis, Cambridge, United Kingdom.
- [2] Zúñiga-Rojas, R.A. (to appear) "Estratificações no espaço moduli dos fibrados de Higgs", ENSPM.
- [3] Zúñiga-Rojas, R.A. "Homotopy Groups of the Moduli Space of Higgs Bundles", Ph.D. Thesis, Porto, Portugal, 2014.

---

<sup>56</sup>Día: Jueves 9 de abril Hora: 10:50 a.m.

# Índice de Palabras Clave

- absorción de hidrógeno, 7
- ADN polimórfico, 34
- áfido negro de los cítricos, 18
- agentes infecciosos, 14
- algoritmo de Shor, 35
- amorfización, 25
- análisis de datos clásico, 31
- análisis de datos simbólico, 31
- análisis en componentes principales, 31
- análisis ultraestructural, 29
- arsénico, 12
- astrometría relativista, 8
- ataques cuánticos, 35
  
- bioensayo, 18
- biomasas lignocelulósicas, 20
- Bunyaviridae*, 24
  
- calidad de combustibles, 11
- cambio climático, 30
- cambios ambientales, 34
- campo magnético, 37
- capas delgadas, 7
- catálisis, 25
- ciguatera, 39
- cinética de secado, 22
- citocromo oxidasa I, 34
- clima, 30
- combustibles, 11
- compresión de biogás, 19
- compuestos de origen natural, 5
- computación cuántica, 35
  
- conservación, 14
- control biológico, 18
- coronal hole, 15, 16
- coronal mass ejection, 15, 16
- coronal mass ejections, 32
- Costa Rica, 39
- covarianza condicional, 36
- CTV, 18
  
- derivados amino, 2
- derivados de naftoquinonas, 5
- derivados de tioles, 5
- desastres, 27
- dimming region, 16
- dinoflagelados, 39
  
- efecto codo, 36
- eficiencia energética, 20
- ELISA, 24
- endosimbiontes, 34
- energía térmica, 20, 22
- energías renovables, 19
- enfermedades emergentes, 24
- estimador no paramétrico, 36
- eyección de masa coronal, 37
  
- factores abióticos, 34
- felinos, 14
- fenómenos epigenéticos, 34
- fibras vegetales, 12
- filament, 32
- fitoplasmas, 28
- fosfatos de cobalto, 25
- fragmentación del hábitat, 14

- función dieléctrica, 7
- geo-efectividad, 37
- HLB, 28
- hongos entomopatógenos, 18
- huracanes, 27
- índices de oscilación climáticos, 27
- investigación esotérica, 8
- Isla del Coco, 39
- lógica cuántica, 35
- métodos exploratorios, 31
- métodos predictivos, 31
- magnetic diffusion, 15
- magnetic field, 15, 16
- microscopía de fluorescencia, 29
- microscopía electrónica de barrido, 29
- microscopía electrónica de transmisión, 29
- modelación numérica, 30
- monos, 14
- naftoquinonas, 2
- Océano Pacífico, 39
- oscillation, 32
- oxidación del agua, 25
- paladio, 7
- permutaciones aleatorias, 40, 41
- petróleo, 11
- plagas, 34
- plasma, 3
- polifenismos, 34
- polipirrol, 12
- porosidad dinámica, 22
- precipitación extrema, 30
- proceso de HAD, 40, 41
- prominence, 15, 16
- prominencias, 37
- purificación de biogás, 19
- ríos atmosféricos, 30
- RAPDs, 34
- rayos cósmicos, 3
- regresión, 31
- regresión inversa rebanada, 36
- remanente de supernova, 3
- remoción, 12
- riesgo, 27
- RT-PCR, 24
- síntesis, 2
- simuladores de computadores cuánticos, 35
- sistemas de servidores, 40, 41
- sistemas naftoquinónicos, 2
- Sitobion luteum*, 34
- sunspot, 32
- supernova, 3
- tasa paramétrica, 36
- torradovirus, 28
- Tospovirus*, 24
- Toxoptera citricida*, 34
- transformación de fases, 25
- transporte de humedad, 30
- variabilidad genética, 14
- virus de plantas, 24, 28

# Índice de Autores

- Alvarado, Mónica, 1  
Araya, Miguel, 3  
Arias, Carlos, 4  
Azofeifa, Daniel, 6
- Bermúdez, David, 23  
Bonatti, Javier, 8  
Bustos, Jairol, 9
- Carboni, Rodrigo, 32  
Castellón, Erick, 12  
Colina, Andrea, 12
- Dejuk, Natasha, 23
- Garita, Laura, 23, 28, 33  
Godoy, Carolina, 17  
Gutiérrez, Gustavo, 13  
Gutiérrez, Heidy, 15, 16, 32
- Lamoureux, Guy, 1, 4  
Lazarian, Alexandre, 15  
Leandro, Tania, 17  
Leitón, José, 19
- Márquez, Evaluna, 20  
Mata, Julio F., 20, 21  
Montero, Mauricio, 17, 23, 28, 33  
Montero, Mavis, 25  
Mora, Gabriela, 26  
Moreira, Lisela, 17, 23, 28, 33  
Mouradian, Zadig, 15, 16
- Pérez, Alice, 1, 4  
Pinto, Adrián, 29
- Rivera, 30  
Rodríguez, Oldemar, 31  
Rojas, Miguel, 32
- Sandoval, Izayana, 33  
Solís, Hugo, 35  
Solís, Maikol, 36
- Taliashvili, Lela, 15, 16, 32, 37
- Vásquez, Elena, 23, 28, 33  
Vargas, Alejandro, 17  
Vargas, Katherine, 17  
Vargas, Maribelle, 38  
Villalobos, William, 28, 33
- Walsh, Alexánder, 40
- Zúñiga, Adonay, 17  
Zúñiga, Rónald, 41



# Centros de Investigación y Escuelas

Agronomía, Escuela, 17, 23, 28, 33

Biología, Escuela, 13, 17, 23, 28, 33

CELEQ, 9, 25

CIBCM, 17, 23, 28, 33

CICANUM, 8

CICIMA, 6

CIEMic, 29, 38

Ciencias Agrícolas, Escuela (UNA),  
17

Ciencias Exactas, Escuela (UNED),  
17

CIGEFI, 26, 30

CIMPA, 31, 36

CINESPA, 3, 15, 16, 32, 37

CIPRONA, 1, 4

Física, Escuela, 6, 26, 30, 32, 35

Matemática, Escuela, 40, 41

Química, Escuela, 12, 19–21