



REPORTES CIENTÍFICOS

D E L A F A C E N

ISSN 2078-399X (impreso)

ISSN 2222-145X (online)

Volumen 4

Número 2

2013

“El ciclotrón”, otro acelerador de partículas en Paraguay.

Nuevos registros del género *Marasmius* (Basidiomycota-Marasmiaceae) para la región de la Reserva Natural Laguna Blanca, San Pedro-Paraguay.

Nuevo Registro de *Leucoagaricus lilaceus* Singer (Agaricomycetes - Agaricaceae) para Paraguay.

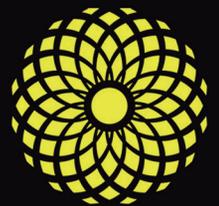
Geastrum violaceum Rick (Geastraceae, Basidiomycota), nuevo registro para Paraguay.

Degradación Troposférica del 3-cloro-2-metil-1-propeno: Coeficientes de velocidad con radicales OH y átomos de cloro a presión atmosférica y 298K.

Control de calidad en un centro de diagnóstico y tratamiento de medicina nuclear, mediante la implementación de instrumentales elaborados en el Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología (LCRI) de la FACEN.

Diez reglas simples para estudiantes que inician un postgrado.

Diez reglas simples para integrar la docencia y la investigación.



FACEN

Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales

PUBLICACIÓN CIENTÍFICA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN-PARAGUAY

REPORTES CIENTÍFICO DE LA FACEN



Reportes Científicos de la FACEN, publicación Oficial de Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Universidad Nacional de Asunción, emitida semestralmente. Publica artículos originales, artículos de revisión, temas de actualidad reportes de casos, comunicaciones cortas y cartas al editor en las áreas de Biología, Química, Física, Matemáticas Pura, Matemática Estadística, Geología y Tecnología de Producción. Los trabajos y opiniones que se publican en la revista son de exclusiva responsabilidad de los autores. La revista se reserva todos los derechos.

REPORTES CIENTÍFICOS DE LA FACEN

Dirección postal

Reportes Científicos de la FACEN, Dirección de Investigación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Campus Universitario, Casilla de Correo 1039, San Lorenzo, Paraguay.

Teléfono/Fax
595 21 585600

E-mail
reportescientificos@gmail.com

Dirección web de la revista
<http://www.facen.una.py/es/investigacion/revistas>

Revista indexada a:
Latindex y SciELOParaguay

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Ing. Pedro Gerardo González González
RECTOR

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES**
Prof. Constantino Nicolás Guefos Kapsalis, MAE
DECANO

Dirección web de la Facultad
www.facen.una.py

Cuerpo Editorial

Editor en Jefe

Deidamia Franco
FACEN – UNA

Comité Editorial

Dra. Celeste Vega – Centro de desarrollo de la investigación científica (CEDIC)
Dra. Miriam Rolon – Centro de desarrollo de la investigación científica (CEDIC)
Lic. Andrea Weiler, MSc. – FACEN – UNA
Lic. Gladys Ortiz, MSc. – FACEN – UNA
Lic. Cristina Morales, MSc. – Guyrá Paraguay
Dr. Alberto Yanoski – Guyrá Paraguay
Dra. Antonieta Rojas de Arias – OPS- PY
Dr. Robert Owen – Texas Tech University
Dr. Julio Daviña – UNAM Posadas - Argentina
Dra. Ana Honfi – UNAM Posadas - Argentina

Secretaría

Lic. César Benítez Torres, MSc – FACEN – UNA
Lic. Sonia Molinas – FACEN – UNA
Lic. Nery López – FACEN – UNA
Sr. Víctor Filippi Amabile – FACEN – UNA

Diagramación

Dr. Bolívar Garcete

Revisión y corrección de estilos

M.Sc. Danilo Fernández
Dr. Bolívar Garcete

Diseño de tapa

César Arce

Rep. cient. FACEN	San Lorenzo (Paraguay)	Vol. 4, Nº 2	julio-diciembre de 2013	ISSN 2078-399X (versión impresa) ISSN 2222-145X (versión online)
-------------------	------------------------	--------------	-------------------------	---

REPORTES CIENTÍFICOS

DE LA FACEN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Rep. cient. FACEN	San Lorenzo (Paraguay)	Vol. 4, Nº 2	julio-diciembre de 2013	ISSN 2078-399X (versión impresa) ISSN 2222-145X (versión online)
-------------------	------------------------	--------------	-------------------------	---

EDITORIAL

- 3-4 **Fredy Julián Gómez Grance.** “El ciclotrón”, otro acelerador de partículas en Paraguay.

ARTÍCULOS ORIGINALES

- 5-10 **Bárbara De Madrignac, Michele Campi, Alma Flecha & Anahí Ortellado.** Nuevos registros del género *Marasmius* (Basidiomycota-Marasmiaceae) para la región de la Reserva Natural Laguna Blanca, San Pedro-Paraguay.
- 11-14 **Alma M. Flecha Rivas, Bárbara De Madrignac, Michelle Campi & Anahí Ortellado.** Nuevo Registro de *Leucoagaricus lilaceus* Singer (Agaricomycetes - Agaricaceae) para Paraguay.
- 15-18 **Michelle Campi, Bárbara De Madrignac, Alma Flecha, Anahí Ortellado & Miguel Ángel Gullón.** *Gastrum violaceum* rick (Gastraceae, Basidiomycota), nuevo registro para Paraguay.
- 19-28 **Cynthia B. Rivela Fretes, Rodrigo G. Gibilisco & Mariano A. Teruel.** Degradación Troposférica del 3-cloro-2-metil-1-propeno: Coeficientes de velocidad con radicales OH y átomos de cloro a presión atmosférica y 298K.
- 29-42 **F. J. Gómez Grance, J. A. Jara Yorg, M. Duarte, M. A. Jara & R. Gaona.** Control de calidad en un centro de diagnóstico y tratamiento de medicina nuclear, mediante la implementación de instrumentales elaborados en el Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología (LCRI) de la FACEN.

TEMAS DE ACTUALIDAD

- 43-46 **Jenny Gu & Philip E. Bourne.** Diez reglas simples para estudiantes que inician un postgrado.
- 47-50 **Quentin Vicens & Philip E. Bourne.** Diez reglas simples para integrar la docencia y la investigación.

COMUNICADOS DEL CUERPO EDITORIAL

- 51-58 Guía para la presentación de artículos científicos en la revista “Reportes Científicos de la FaCEN”.



EDITORIAL

“EL CICLOTRÓN”, OTRO ACELERADOR DE PARTÍCULAS EN PARAGUAY

Los aspectos considerados de mayor importancia por la población paraguaya son: la Salud y la Educación; en ese sentido, la tecnología es una componente que relaciona estos aspectos. Si comparamos la evolución de la tecnología desde hace diez años atrás, hasta el día de hoy, veremos que, años atrás, el tratamiento de enfermedades oncológicas se realizaba con tecnología de la década de los 80, es decir: aceleradores de partículas para producir fotones gamma, irradiadores de Cobalto-60 y otras fuentes radiactivas usadas en Braquiterapia para el tratamiento del cáncer.

En cuanto al diagnóstico, en el mismo período de tiempo, las instituciones públicas y privadas adquirieron tecnología de la década de los 90, tanto en Medicina Nuclear como en Radiodiagnóstico. Es así que en radiodiagnóstico aparecen los primeros tomógrafos y equipos digitales, como también en Medicina Nuclear son adquiridos equipos SPECT (Single Photon Emission Computer Tomography).

Estos avances tecnológicos originaron mayor interés y nuevas investigaciones que modifican la cultura de Protección Radiológica en la práctica médica y mejora la calidad de vida de la población. Una tecnología que ha ido creciendo desde de la década de los 90 (Fig. 1), es la de acelerar partículas cargadas tanto para tratamiento, como para diagnóstico de diversas enfermedades.

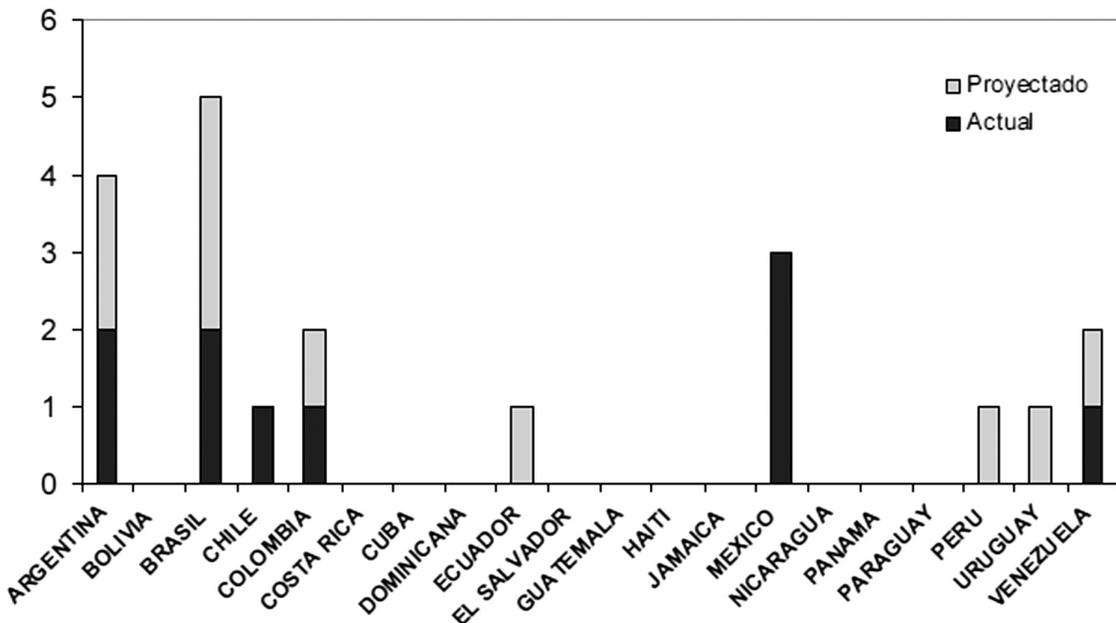


Figura 1. Valores de Número del Ciclotrones existentes y proyectados por países en Latinoamérica, referenciado en la publicación “Salud Humana de América Latina y el Caribe según el Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe., elaborado por el Programa Arcal- del Organismo Internacional de Energía Atómica-UN, 1996.

En ese sentido, la tecnología de aceleradores en el siglo XXI está liderada por los ciclotrones, debido a su versatilidad y la capacidad de producir resultados en Investigación, Desarrollo y Servicios a la Salud de alta complejidad como los sistemas PET-CT (Positron Emission Tomography - Computer Tomography).

Es así que los ciclotrones para servicios médicos, tienen como finalidad la producción de radiofármacos, a partir de reacciones nucleares producidas en un blanco generalmente “agua”, de manera a obtener flúor-18, que luego es sintetizado bioquímicamente, para por último ser inyectado al paciente, el cuál será sometido a un escáner con el PET-CT, obteniéndose una imagen de alta calidad diagnóstica del consumo de glucosa.

El radiofármaco más utilizado es el ^{18}F -Fluorodesoxiglucosa (FDG), para realizar estudios dinámicos de PET, muestreando de manera serial la concentración plasmática del FDG y procesando los datos mediante el modelo matemático compartimental del metabolismo del FDG, además, con este radiofármaco se puede realizar investigaciones en las áreas médicas de: neuropsiquiatría, diagnóstico de demencia, esquizofrenia, epilepsia, estudio de estimulación sensorial, accidentes cerebro vasculares, tumores cerebrales, estudios cardíacos y vasculares, control tumoral, etc.

Otros radiofármacos que también pueden ser fabricados con un Ciclotrón y de utilidad médica son: agua marcada con ^{15}O , y amoníaco $^{13}\text{NH}_3$ para imágenes de flujo sanguíneo, monóxido de carbono C^{15}O para imágenes de volumen sanguíneo, y algunos aminoácidos marcados como la metionina, para obtener imágenes de síntesis de proteínas.

Para el Paraguay la ventaja de contar con esta tecnología es sumamente beneficiosa, no solo debido a los impactos en la salud, sino también en el ámbito académico investigativo en las Ciencias Exactas y Naturales. Cabe destacar para finalizar, los muchos esfuerzos tanto privados como universitarios para la adquisición de un Ciclotrón, en ese sentido el gobierno nacional tarde o temprano, tal vez luego de la iniciativa privada, deberá invertir en esta tecnología, como alguna vez lo hizo con los rayos X de Wilhelm Röntgen.

Prof. MSc. FREDY JULIÁN GÓMEZ GRANCE, DITCODE,
Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología-FACEN

Bibliografía.

- Levis de Cabrejas M. Tomografía en Medicina Nuclear. Argentina: Editores Argentinos. Capítulo 9, 216-218: Aplicaciones del PET.
- International Atomic Energy Agency.2009.Cyclotron Produced Radionuclides Guide lines for Setting Up a Facility. Vienna: Technical Reports. 229p.Series N° 471
- International Atomic Energy Agency.2008.Cyclotron Produced Radionúcleido Principe's and Practice. Vienna: Technical Reports.230p. Series N° 465

NUEVOS REGISTROS DEL GÉNERO *MARASMIUS* (BASIDIOMYCOTA-MARASMIACEAE) PARA LA REGIÓN DE LA RESERVA NATURAL LAGUNA BLANCA, SAN PEDRO-PARAGUAY

NEW RECORDS OF THE GENUS *MARASMIUS* (BASIDIOMYCOTA-MARASMIACEAE) FOR THE REGION OF LAGUNA BLANCA NATURAL RESERVE, SAN PEDRO-PARAGUAY

BÁRBARA DE MADRIGNAC^{1,2}, MICHELE CAMPI¹, ALMA FLECHA¹ & ANAHÍ ORTELLADO¹

¹Laboratorio de Micología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Casilla de Correo 1039, Campus Universitario UNA, 2160 CDP, Central XI, San Lorenzo.

²E-mail de contacto: barbi_dmg@hotmail.com

Resumen: *Marasmius haematocephalus* y *Marasmius ferrugineus* se citan por primera vez para la Región Noreste del Paraguay. Estas especies fueron colectadas en la Reserva Natural Laguna Blanca y analizadas macroscópica y microscópicamente para determinar las especies. Se describe e ilustra las dos especies.

Palabras clave: taxonomía, ecotono, Agaricales, Fungi.

Abstract: *Marasmius haematocephalus* and *Marasmius ferrugineus* are cited for the first time for the Northeast Region of Paraguay. These species were collected in the Laguna Blanca Natural Reserve and analyzed macro and microscopically to determine the species. Both species are described and illustrated.

Keywords: taxonomy, ecotone, Agaricales, Fungi.

INTRODUCCIÓN

Las características principales del género *Marasmius* consisten en poseer basidiomas de pequeños a medianos, coriáceos cuando secos y carnosos cuando jóvenes, generalmente higroscópicos. El píleo varía de convexo a campanulado, expandiéndose en ejemplares maduros, la coloración varía de muy pigmentados a casi incoloros. Himenóforo laminar con láminas claras en su mayoría, adnatas o unidas a un collarium. Estípites central, cartilaginoso, resistente, liso, inserto al sustrato o acompañado de rizomorfos. Microscópicamente presentan la superficie del píleo compuesta por equinidios o elementos globulares lisos, generalmente himeniforme, en algunas especies puede presentar diferencias con el himenio. (Queiroz & Aguiar, 2007; Puccinelli & Capelari, 2009; Pegler, 1986).

Habitán en bosques tropicales y subtropicales, siendo abundantes en bosques cálidos, húmedos y ricos en materia orgánica (Puccinelli & Capelari, 2009). Suelen encontrarse en suelos con abundante hojarasca o ramas caídas, en su mayoría gregarios,

debido a su capacidad higroscópica pueden soportar periodos de sequía, renaciendo luego de cada lluvia.

La Reserva Natural Laguna Blanca (RNLB) [Mapa 1] se encuentra en el Departamento San Pedro, Paraguay, distrito de Santa Rosa del *Aguaray*, (23°49'S, 56°18'W), siendo uno de los ambientes más conservados de la región, contando con distintas ecorregiones en una misma área. La RNLB es reconocida desde el año 2010 como "Área Silvestre Protegida bajo dominio privado" (SIN-ASIP). Los muestreos en el área fueron realizados en el marco del proyecto "Sitios prioritarios para la conservación en Rancho Laguna Blanca, Departamento San Pedro, Paraguay" financiado por el programa US Fish and Wildlife Service, Wildlife Without Borders—Latin America and the Caribbean Program, Texas Tech University, Fundación Para la Tierra, y la Reserva Natural Laguna Blanca.

Como parte de un estudio de poblaciones de la zona, se han encontrado macromicetos presentes en los diferentes ambientes de la Reserva. En esta, se describen, ilustran y comentan dos especies de



Mapa 1. Región de la Reserva Natural Laguna Blanca, indicando la localidad de colecta.

Marasmius, que representan los primeros registros para el noreste del país.

MATERIALES Y METODOS

Las colectas en la RNLB fueron iniciadas en los meses de octubre y diciembre de 2011, y en un segundo periodo en los meses de abril y diciembre del 2012, en ciclos lluviosos y secos. Se marcaron parcelas en la región del Bosque Atlántico de Alto Paraná pertenecientes al camino *Urukure'a* de la Reserva.

El material colectado fue descrito en fresco e inmediatamente colocado en estufas de campo bajo el sol para deshidratarlas durante un periodo de 12 horas de luz solar, en periodos lluviosos, fueron secadas con estufas durante el mismo tiempo. Posteriormente, se guardaron en sobres de papel madera para ser almacenadas como registro en el Herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (HFACEN).

Para el estudio microscópico de las muestras se

realizaron cortes en diferentes partes del basidioma, como ser la superficie del estípite, del píleo y del himenóforo; los cortes fueron montados en láminas con KOH al (5%) y reactivo de Meltzer. Las estructuras fueron teñidas con floxina y rojo congo para la observación. Las observaciones de los cortes se realizaron con microscopio óptico Zeiss JP 20. Las micrografías fueron hechas con cámara digital, no inserta al microscopio. La medición de las estructuras microscópicas (esporas, cistidios, basidios e hifas) fue realizada con objetivo de inmersión de 1000x.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las colectas realizadas en los distintos meses del año se encontraron dos especies del género *Marasmius*. Dichas especies son citadas por primera vez para la Reserva Natural Laguna Blanca: *Marasmius haematocephalus* (Fig.1), *Marasmius ferrugineus* (Fig.2).



Figuras 1-2. 1) *Marasmius haematocephalus*. 2) *Marasmius ferrugineus*.

Marasmius haematocephalus (Mont.) Fr., *Epicrisis systematic Mycologici.*, 382 (1838).
(Figs. 1, 3 y 4).

≡ *Agaricus haematocephalus* Mont., *Ann. Sci. Nat., Bot. sér. 2*, **8**: 369 (1837).

Píleo campanulado convexo con depresión y papila central, 0.3-1.6 cm de diámetro, con márgenes acanalados crenados, estriado, superficie fibrilosa, seca, opaca, de color rosa oscuro a rojizo. **Láminas** adnatas, separadas, 8-14 láminas por basidioma, de color blanco a rosa pálido. **Estípite** central de color

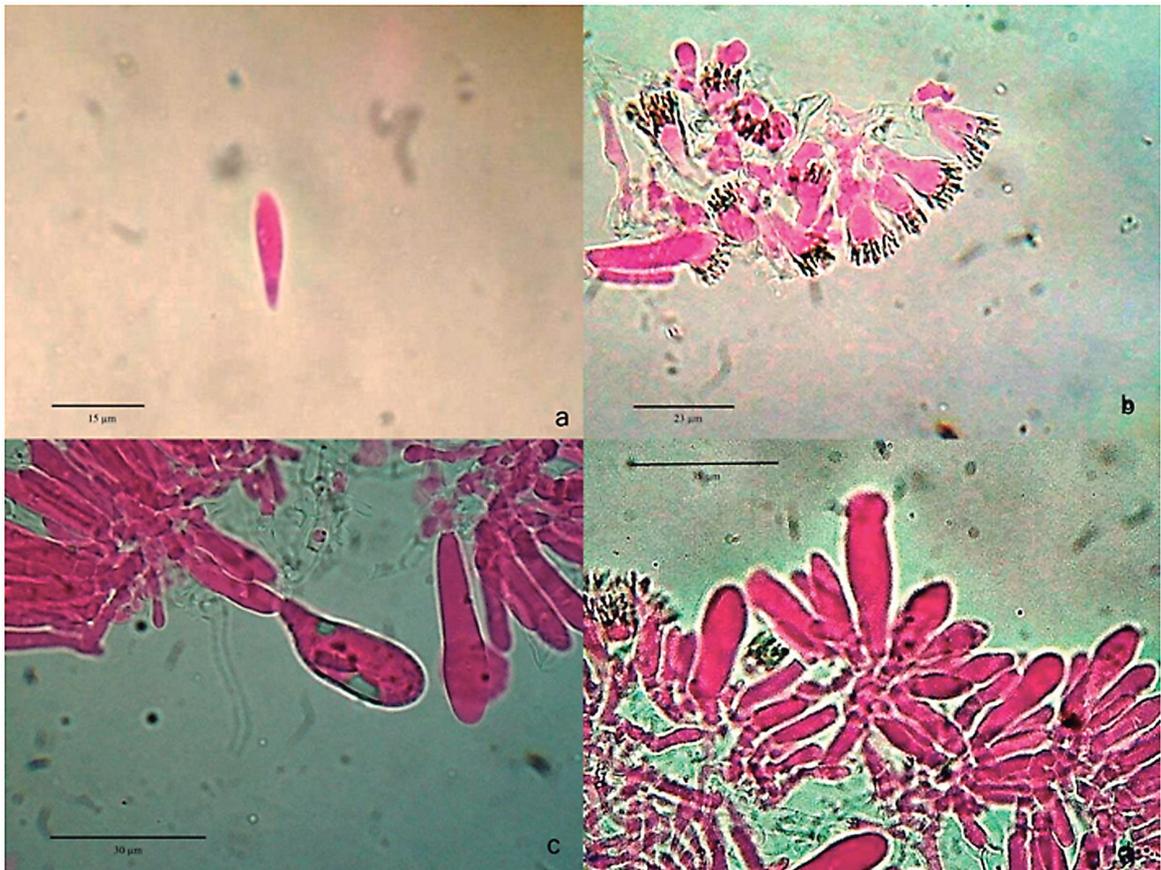


Figura 3. *Marasmius haematocephalus*. a) Esporas. b) Equinidios de la superficie pilear. c) Hifas del contexto. d) Pleurocistidios lanceolados y capitados.

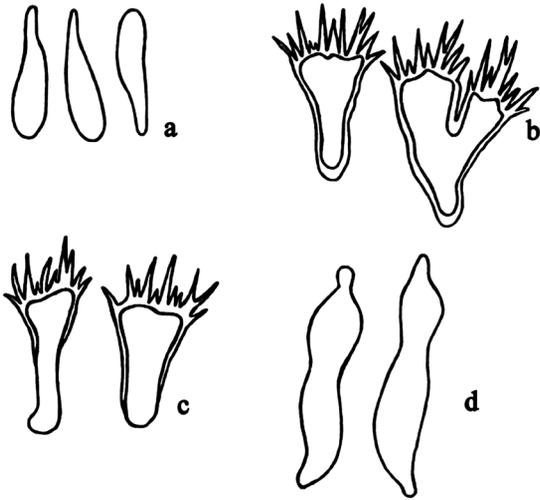


Figura 4. *Marasmius haematocephalus*. a) Esporas. b) Equinidios de la superficie pilear. c) Queilocistidios. d) Pleurocistidios.

marrón pardo, hueco, frágil, de 0.7-5.5 cm de largo con un diámetro menor al milímetro. La base del estípite se encuentra inserta al sustrato (Fig. 1).

Esporas alargadas terminadas en punta, lisas, hialinas con inclusiones en su interior, de 11-21 x 3.5-6 μm . **Trama himenoforal** regular, hifas hialinas fibuladas. **Basidios** no observados. **Pleurocistidios** lanceolados, fusiformes, capitados, de 38-62 x 5-11.2 μm . **Queilocistidios** presentes similares a los elementos de la camada cortical, **Pileipellis** himeniforme, formada por equinidios con terminaciones aciculares y paredes engrosadas en la parte superior de 23-27 x 4.5-5.5 μm (Fig. 3).

Hábitat: Gregario, se lo encuentra en bosques húmedos con suelos ricos en material orgánico generalmente en hojarasca o ramas de árboles en putrefacción.

Distribución: Especie cosmopolita (Pegler,

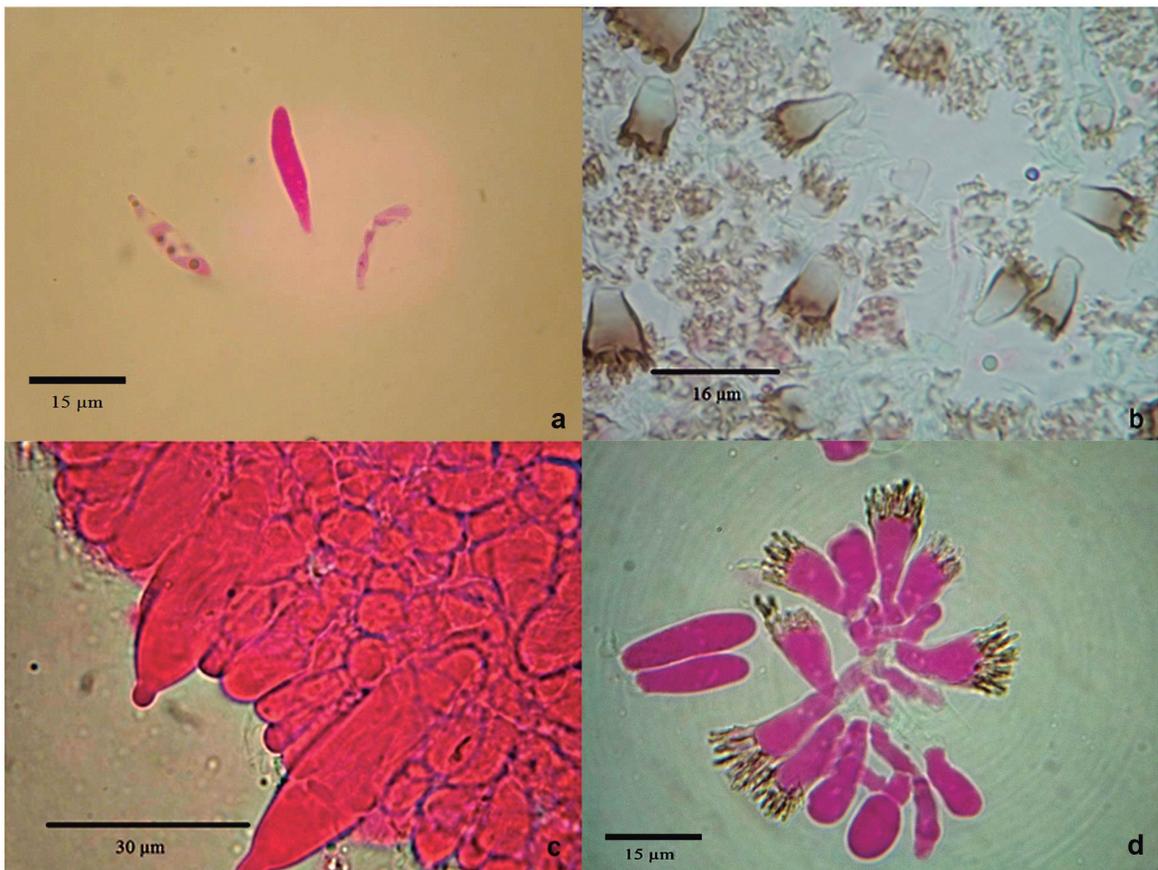


Figura 5. *Marasmius ferrugineus*. a) Esporas. b) Equinidios de la superficie pilear. c) Pleurocistidios. d) Queilocistidios.

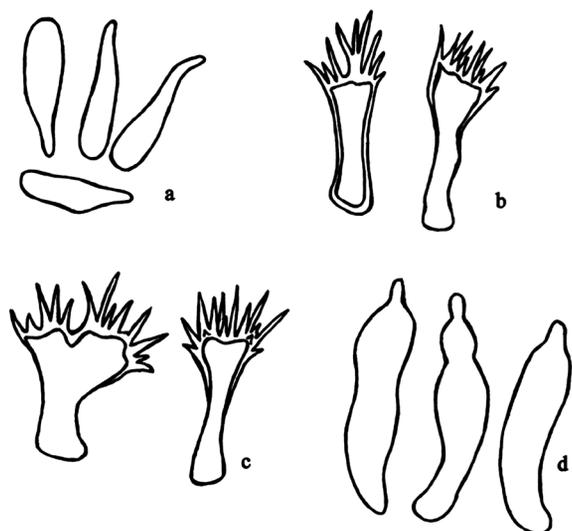


Figura 6. *Marasmius ferrugineus*. a) Esporas. b) Equinidios de la superficie pilear. c) Queilocistidios. d) Pleurocistidios.

1986), conocida en América del Sur para Brasil (Puchinelli, 2007), Argentina (Singer, 1965) y Paraguay (Spegazzini, 1881).

Observaciones: Según (Puchinelli, 2007) la especie presenta basidios claviformes tetrasporados, en la muestra estudiada no se observaron basidios, esto se puede deber al tiempo que presenta el ejemplar en cuanto a deterioro de estructuras, también menciona micelio basal presente casi imperceptible, lo que no se observó en esta muestra. Las características observadas de las demás estructuras concuerdan con las descripciones de Singer (1965, 1976), Puchinelli (2007), Pegler (1986) y Wright et al. (2008).

Marasmius ferrugineus (Berk.) Berk. & M.A. Curt., Journ. Linn. Soc., Bot. 10: 297 (1869).
(Figs. 2, 5 y 6).

Agaricus ferrugineus Berk., Lond. Journ. Bot. 2: 630 (1843).

Pileo de 0.1-1 cm de diámetro, cónico, con mamelón central bien definido, en muestras maduras ampliamente parabólico, superficie fibrilosa, seca, opaca, de color anaranjado, con papila central más oscura, margen sulcado estriado. **Láminas** libres, distantes, de color blanco a crema, de nueve a trece por basidioma, sin lamélulas. **Estípite** central de

color castaño claro, hueco, frágil de 1.5-3 cm de largo con un diámetro menor al milímetro, inserto al sustrato (Fig. 2).

Esporas de 16-21 x 5-7 μm , alargadas, algo fusiformes con extremos aciculados, lisas, hialinas con inclusiones en su interior, inamiloides. **Trama himenoforal** dextrinoide, regular, hifas hialinas con paredes simples, fibuladas. **Basidios** claviformes, tetraspóricos de 23-32 x 7-8.5 μm . **Pleurocistidios** de 23-50 x 8-10 μm , fusiformes, capitados, **Queilocistidios** de 12-15 x 3-7 μm , parecidos a los equinidios. **Pileipellis** himeniforme, compuesta en su mayoría por equinidios con terminaciones en punta de 11-16 x 4-8 μm (Fig. 5).

Hábitat: Gregario, crece en suelos ricos en hojarasca o sobre ramas caídas.

Observaciones: las mediciones de las esporas y cistidios muestran una similitud con los ejemplares descritos por Puchinelli (2007), así como las mediciones del basidioma son similares a las de Margéli (2006) y Puchinelli (2007). Los basidios no fueron observados en la muestra debido a que se encuentra muy deteriorada.

BIBLIOGRAFIA

- Margéli, P. 2006. Fungos Agaricales em trechos de mata Atlântica da Reserva Biológica do Tinguá, Nova, Iguacu, Rio de Janeiro. Brasil: Instituto de pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 195 -198 pp.
- Puccinelli, C. & Capelari, M. 2009. *Marasmius* (Basidiomycota – Marasmiaceae) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Sao Pablo, SP. Brasil: Seção sicci. Hoehnea 36 (4):637 – 655.
- Queiroz de SOUZA, H & AGUIAR, I. 2007. Ocorrência do genero *Marasmius* Fr. (Tricholomataceae, Agaricales) na Reserva Biológica Walter Egler, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica. 37(1):27-36.
- Singer, R. 1965. Monographic studies in South American *Basidiomycetes*, especially those of the east slope of the Andes and Brazil 2. The genus *Marasmius* in South America. Sydowia 18: 106-358.

- Singer, R. 1976. *Marasmiae* (Basidiomycetes, Tricholomataceae). Fl. Neotrópica 17: 1-347.
- Tan, YS; Desjardin, D.; Vikineswary, S. & Abdullah, N. 2007. New species and mating studies of *Marasmius* from Malaysia. Fungal Diversity 25: 187- 217.
- Wright, J. & Wright, A. 2005. Checklist of the Mycobiota of Iguazú National Park (Misiones, Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 40 (1-2): 1-22.
- Wright, J.; Lechner, B. & Popoff, O. 2008. Hongos. Atlas Pictórico del Parque Nacional Iguazú. Editorial L.O.L.A. Santa Fé, Argentina. 39, 106 – 107 pp.

**NUEVO REGISTRO DE *LEUCOAGARICUS LILACEUS* SINGER
(AGARICOMYCETES - AGARICACEAE) PARA PARAGUAY**

**NEW RECORD OF *LEUCOAGARICUS LILACEUS* SINGER
(AGARICOMYCETES - AGARICACEAE) FROM PARAGUAY**

ALMA M. FLECHA RIVAS^{1,2}, BÁRBARA DE MADRIGNAC¹, MICHELLE CAMPI¹. & ANAHÍ ORTELLADO¹

¹Laboratorio de Micología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Casilla de Correo 1039, Campus Universitario UNA, 2160 CDP, Central XI, San Lorenzo.

²Email: flecharivas@gmail.com

Resumen: *Leucoagaricus lilaceus*, perteneciente a la familia Agaricaceae Chevall, es registrada por primera vez para Paraguay. Se ilustra la especie, colectada en diferentes localidades del país, aportándose fotografías y describiéndose las características macroscópicas y microscópicas más importantes de la especie.

Palabras Clave: Paraguay, Agaricales, Agaricaceae, nuevo registro.

Abstract: *Leucoagaricus lilaceus*, belonging to the family Agaricaceae Chevall, is recorded for the first time from Paraguay. The species, collected in different localities, is illustrated through photographs, and the most salient macroscopic and microscopic characters of the species are described.

Palabras Clave: Paraguay, Agaricales, Agaricaceae, new record.

INTRODUCCIÓN

Existen aproximadamente 1.5 millones de especies de hongos y se estiman que solo del 6 al 7% han sido descritas (Hawksworth 2004). Los Basidiomycetes comprenden más de catorce mil especies de hongos de características morfológicas diferentes. Se pueden encontrar entre ellas setas comestibles o venenosas, diferentes tipos como falos, pedos de lobo, políporos, hongos gelatinosos y nidos de pájaros (Nabors, 2006).

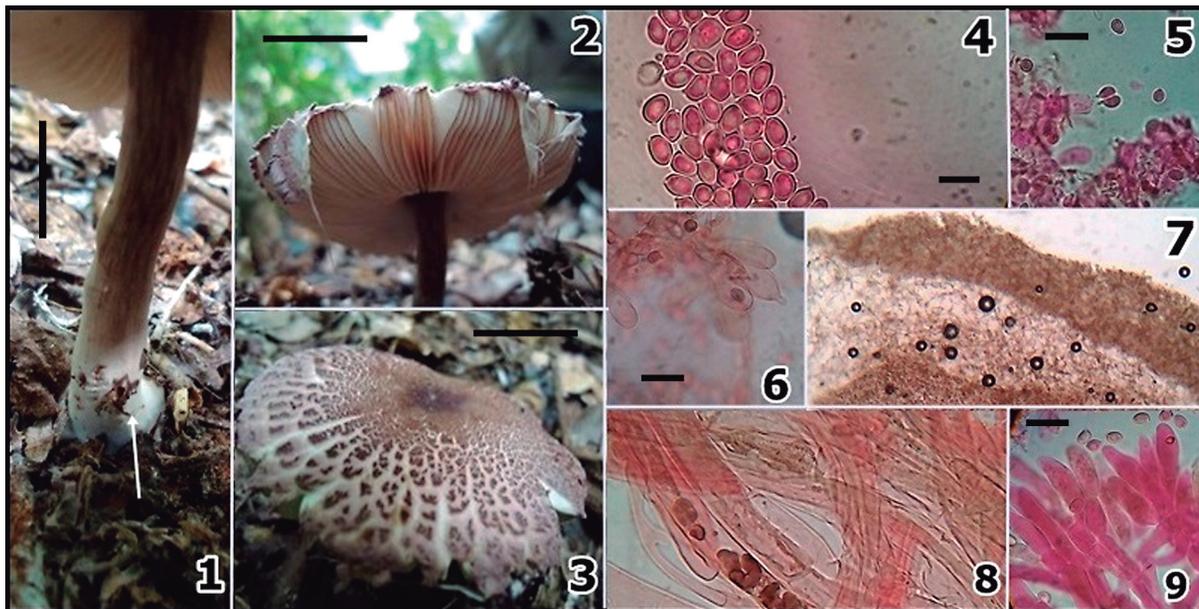
Tienen gran importancia en el manteniendo de bosques, participando en la degradación de la materia orgánica y son capaces de formar asociaciones con raíces de numerosos árboles (Carranza, 2006).

Estudios concluidos aseguran que los bosques tropicales son más ricos en diversidad de hongos que los bosques templados (Hawksworth & Rossman 1997), el acrecentamiento de estudios en bosques tropicales y subtropicales poco exploradas darían un importante aporte al conocimiento de la biodiversidad así como nuevas especies para la ciencia. En cuanto a estudios taxonómicos sobre Basidiomycetes, el conocimiento es limitado en el país. Algunos registros incluyen las descripciones

de Sepegazzini (1888); el trabajo de Zanotti-Cavazoni (1996), que realizó un *screening* de hongos comestibles que crecen en el Departamento Central, citando treinta y un géneros de hongos del orden Agaricales, y más recientemente, Popoff (2000), realiza un importante aporte de treinta y cinco especies de hongos Aphylloporales, con nuevas citas para la región Nordeste del Paraguay. Hasta la fecha no existe un tratamiento del género *Leucoagaricus* en el país. El objetivo del presente trabajo es registrar por primera vez en Paraguay *Leucoagaricus lilaceus*, una especie tanto solitaria como gregaria que se encuentra en bosques húmedos, pastizales o incluso suelos arenosos, y hasta ahora citada sólo para Argentina y Brasil

MATERIALES & MÉTODOS

Las muestras fueron obtenidas en dos localidades diferentes, una dentro de la Reserva Natural Laguna Blanca y otra en el Campus Universitario-Facultad de Ciencias Agrarias. Las colecciones se realizaron en el periodo de octubre y diciembre/2011 y abril y diciembre/2012 en la Reserva Natural Laguna Blanca, y en mayo/2013 en la Facultad de Ciencias



Figuras 1-9. *Leucoagaricus lilaceus* Singer. **1-3)** Características macroscópicas (Escala: 5 cm). **4-9)** Características microscópicas del Basidioma (Escala: 5µm). **1)** Estípite con micelio basal. **2)** Himenóforo. **3)** Superficie del pileo. **4)** Basidiosporas. **5)** Basidio. **6)** Queilocistidios. **7)** Trama himenoforal. **8)** Estipitipellis. **9)** Pileipellis.

Agrarias, Campus U.N.A. De cada localidad se obtuvieron coordenadas geográficas con un GPS Garmin. Los ejemplares fueron fotografiados, descriptos macroscópicamente *in situ* según Wright & Albertó (2002) y posteriormente deshidratados. Para los análisis microscópicos se realizaron cortes a mano alzada las cuales fueron montadas en KOH al 5%, Reactivo de Melzer, Floxina y Rojo Congo Amoniaco. Se tomaron fotografías de todas las estructuras de importancia taxonómica de esta especie mediante una cámara Olympus FE-230 XD. Se utilizaron las siguientes notaciones: Q = cociente de la longitud y anchura, que se indica como un rango de variación; Q_x = media de los valores Q ; N = número de individuos; n = número de esporas. Los especímenes de herbario se depositaron en el herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, HFACEN.

RESULTADOS & DISCUSIÓN

Leucoagaricus lilaceus Singer
Lilloa, 25:274, 1952

Basidioma lepiotoide, solitario, húmico. **Pileo**

25- 75 mm de diámetro, plano-convexo con umbón central, lila-morado a violeta-marrón, superficie escamosa. Margen rajado con restos de velo. **Laminillas** libres, apretadas, blancas cuando jóvenes y rosadas en la madurez, membranosas, borde entero de color violeta. **Estípite** 40-75 mm de longitud y 5-25 mm de diámetro, central, hueco, escamoso de base bulbosa, lila-marrón. Micelio basal blanquecino. **Anillo** ascendente inmóvil. Contexto espeso (3,5 mm) de color blanco. Esporada no observada.

Basidiosporas (-9) 6-8 x 4-5 µm, $Q = 1,2-1,6$ µm, $Q_x = 1,2$ µm, $n:10$, $N:3$, elipsoidales con apículo, de paredes lisas y delgadas (1µm de espesor), hialinas, dextrinoides con reactivo de Melzer. **Basidios** 22-30 x 10-15 µm claviformes de paredes delgadas, tetraspóricos, hialinos. **Pleurocistidios** ausentes. **Queilocistidios** 26-40 x 9-13 µm, fusiformes, ventricosos, algunos langeriformes, de paredes delgadas, hialinos. **Trama himenoforal** irregular con hifas de paredes finas ligeramente entrelazadas. **Pileipellis** tricodermis con hifas erectas de 5-8 µm de diámetro.

Hábitat: solitario, creciendo en suelo arenoso con abundante hojarasca. En ambiente natural, en

interior de bosque húmedo y pastizales, como así también en parques urbanos.

Distribución: Especie conocida para la región subtropical de América del Sur, citado previamente para el sur de Brasil y el norte de Argentina (Singer & Digilio, 1951). Estos representan los primeros registros para Paraguay, para los departamentos Central y San Pedro.

Material Examinado: PARAGUAY, Departamento San Pedro, Reserva Natural Laguna Blanca, 23°49'S, 56°18'W distrito Santa Rosa del Aguaray, Sendero Kurupayty (S23 49 17,1 W56 17 52,6); 05 de abril, 2012. Campus U.N.A. 25°27'S, 57°27'W, Departamento Central, San Lorenzo, Campus U.N.A., 20 de mayo, 2013. Leg. A. Flecha (HFACEN-42).

Observaciones: Los géneros *Leucoagaricus*, *Leucocoprinus* y *Macrolepiota* se agrupaban como un único género, sin embargo, Singer (1986) los considera géneros cercanos pero independientes (Pereira & Putzke, 1990). Singer (1952) describe a *Leucoagaricus lilaceus*, como una especie bastante particular que se reconoce fácilmente en el campo por sus características macroscópicas como basidioma robusto de 50- 75 mm, de color lila con superficie escamosa. En sus descripciones resalta la ausencia de pleurocistidios, pero no hacen mención a la presencia de queilocistidios que fueron observados tanto en los materiales examinados así como en las descripciones realizadas por Rother & Silvera (2009) y Ferreira & Cortez (2012).

AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen al M.Sc. César Benítez Torres por su apoyo, al Dr. Nicolás Niveiro y a la Dra. Sandy Souza por la revisión crítica del artículo, a la Fundación Para la Tierra y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por los fondos e instalaciones brindadas para la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Carranza, S. 2006. Selección e identificación de especies de Hongos ectomicorrizicos del estado de Hidalgo. Tesis Doctoral Universi-

- dad Autónoma de Hidalgo México. 110 pp.
- Ferreira, A.J. & Cortez, V.G. 2012. Lepioid *Agaricaceae* (*Basidiomycota*) from São Camilo State Park, Paraná State, Brazil. *Mycosphere* 3(6): 962-976 pp.
- Hawksworth, D.L. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. Madrid-España. *Studies in Mycology* 50: 9-18 pp.
- Hawksworth, D.L. & Rossman, A.Y. 1997. Where are all the Undescribed Fungi. *Phytopathology* 87(9): 888-891 pp.
- Nabors, M. 2006. Introducción a la Botánica. Editorial Pearson. Madrid, España. Pág. 469 pp.
- Pereira de Albuquerque, M. Pereira, A. & Carvalho, A. 2010. A Família Agaricaceae Chevall. em trechos de Mata Atlântica da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil: Gêneros *Agaricus*, *Cystolepiotae* *Lepiota*. *Acta bot. bras.* 24(2): 497-509 pp.
- Pereira, A. & Putzke, J. 1990. Familias e Gêneros de Fungos Agaricales (Cogumelos) no Rio Grande do Sul. Editorial Fisc. Santa Cruz do Sul. Brasil. 120-124 pp.
- Popoff, O. 2000. Novedades sobre "Corticoides" y "Políporos" (basidiomycetes) xilófilos del nordeste Argentino y Paraguay. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 356 pp.
- Quevedo, J., Bononni, V., Morbeck de Oliveira, A. & Gugliotta, A. 2012. Agaricomycetes (*Basidiomycota*) em um fragmento florestal urbano na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Biosciences* 10(4): 430-438 pp.
- Rother, M. Silveira, R.M. 2008. Família Agaricaceae (Agaricales-Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Biosciences* 6(3): 258-268 pp.
- Rother, M., & Silvera, R.M. 2009. *Leucoagaricus lilaceus* (Agaricaceae), a poorly known Neotropical agaric. Porto Alegre, RS-Brazil. *Mycotaxon* 107: 473-481 pp.

- Singer, R. & Digilio, A. P. L. 1952. Pódromo de la Flora agaricina Argentina. *Lillioa* 25: 274 - 275 pp.
- Singer, R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. Cuarta Edición. Germany Koeltz Scientific Books. 981 pp.
- Spegazzini, C. 1888. Fungi Paraguariensis. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*. Tomo XXVI: 1-74 pp.
- Vellinga, E.S. 2009. Nomenclatural Overview of Lepiotaceous Fungi (Agaricaceae) Version 4.7
- Wright, J.E. & Albertó, E. 2002. Hongos “Guía de la Región Pampeana” Tomo I: Hongos con laminillas. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires - Argentina. 280 pp.
- Zanotti-Cavazzoni, J.C. 1996. Screening de Hongos Comestibles que crecen en Paraguay. *Revista de Ciencia y Tecnología-Dirección de Investigación de la UNA* 1(2): 85-89 pp.

***GEASTRUM VIOLACEUM* RICK (GEASTRACEAE, BASIDIOMYCOTA),
NUEVO REGISTRO PARA PARAGUAY**

***GEASTRUM VIOLACEUM* RICK (GEASTRACEAE, BASIDIOMYCOTA),
NEW RECORD FOR PARAGUAY**

MICHELLE CAMP^{1,2}, BÁRBARA DE MADRIGNAC¹, ALMA FLECHA¹, ANAHÍ ORTELLADO¹ & MIGUEL ÁNGEL GULLÓN³

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. ²Correo electrónico: geraldine_campi@hotmail.com

³Refugio Biológico Tati Yupi - Itaipú Binacional. Hernandarias. Correo electrónico: ing_gullon@hotmail.es

Resumen: Se cita una nueva especie para Paraguay, *Geastrum violaceum*, recientemente coleccionada el Refugio Biológico Tati Yupi, Departamento de Alto Paraná. Se describen las características morfológicas macroscópicas y microscópicas del basidioma en estado fresco y seco, son fotografiadas las estructuras distintivas de la especie como las esporas, hifas del capilicio y los cristales de oxalato. Se hacen comentarios respecto a su taxonomía.

Palabras clave: *Geastrales, ecología, taxonomía, Tati Yupi.*

Abstract: A new species is recorded for Paraguay, *Geastrum violaceum*, recently collected to the Tati Yupi Biological Refuge, Alto Paraná Department. Macroscopic and microscopic morphological characteristics basidioma in fresh and dried are described, are photographed the distinctive structures of the species as spores, hyphae capillitium and oxalate crystals. Comments are made regarding their taxonomy.

Keywords: *Geastrales, ecology, taxonomy, Tati Yupi.*

INTRODUCCIÓN

Se caracteriza a los hongos gasteroides como el de hongos con la más amplia gama de formas y estructuras en sus basidiomas. Presentan como carácter común desarrollo angiocárpico, permanecen cerrados hasta que las esporas alcanzan la madurez, y estatismosporas, esporas que no salen lanzadas desde el basidio por mecanismos activos de descarga (Calonge, 1998).

Son un grupo polifilético, sus especies pertenecen a diferentes líneas evolutivas. Hibbett et al. (2007) los distribuye en varios órdenes que comparten con formas no gasteroides, así los divide en **Clase Phallomicetidae** con los órdenes *Hysterangiales*, *Geastrales*, *Gomphales* y *Phallales* y la **Clase Agaricomycetidae** con los órdenes *Agaricales* y *Boletales*.

Los hongos gasteroides en su mayoría son hongos terrícolas y saprófitos, siendo algunas especies micorrícicas. Presentan un basidioma recubierto por una capa protectora: el peridio, el cual recubre a la masa de esporas y capilicio llamada gleba. En el orden *Geastrales*, el peridio está formado por

dos capas distinguibles: el exoperidio, que es una membrana externa dura y coriácea que al inicio del desarrollo envuelve al cuerpo endoperidial y cuando el basidioma alcanza la madurez el exoperidio se abre en lacinias (tiras largas e irregulares) adoptando una forma de estrella; y el endoperidio, capa más delicada, que envuelve a la gleba, se abre por un poro u ostiolo por donde son liberadas las esporas (Fazolino, 2009). Se registra la presencia de cristales de oxalato de calcio en la zona de contacto de las superficies externa del endoperidio e interna del exoperidio y se citan como constantes del género que podrían intervenir en la separación de los peridios (Sunhede, 1989; Fazolino, 2009).

Pocos son los estudios sistemáticos de macromicetos en Paraguay, el único registro de *Gasteromyces* conocido hasta la fecha se remonta a finales del siglo XIX con la descripción de *Lycoperdum lilacinum* (Spegazzini, 1888).

En vista del escaso conocimiento sobre los *Gasteromyces* en Paraguay, se describe a *Geastrum violaceum*, representando el primer registro para Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

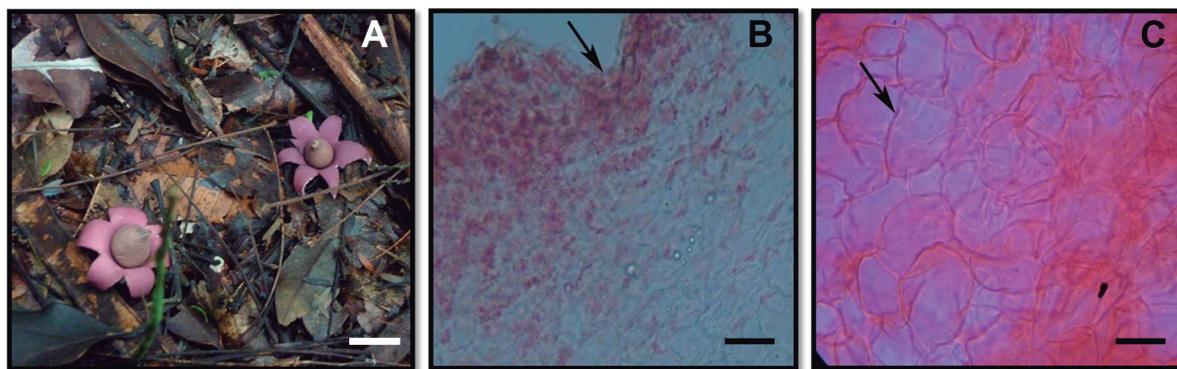
Se analizaron muestras colectadas por el Ing. M. Gullón en el Refugio Biológico Tati Yupi ubicado al este del país en el Departamento de Alto Paraná. El ambiente donde se realizó la colección corresponde a un bosque secundario con características de selva lluviosa subtropical perteneciente al Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA).

Una de las muestras colectadas se analizó en el Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales y se depositó en el herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, las muestras restantes se encuentran en el Refugio Biológico Tati Yupi. Los datos macroscópicos de tamaño, coloración y consistencia se refieren a material fresco. Para el estudio microscópico de las distintas estructuras, se analizaron preparaciones en KOH al 5%. Se utilizó microscopio óptico con objetivos de 40X y 100X con aceite de inmersión. Para la mejor visualización de los cristales de oxalato de calcio, se procedió al aclaramiento de la muestra con hipoclorito de sodio al 5%. Las estructuras vegetativas (hifas del capilicio) fueron teñidas con floxina y rojo congo. Para el análisis de las reacciones microquímicas se utilizó reactivo de Melzer. El material examinado está conservado en el herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la Universidad Nacional de Asunción.

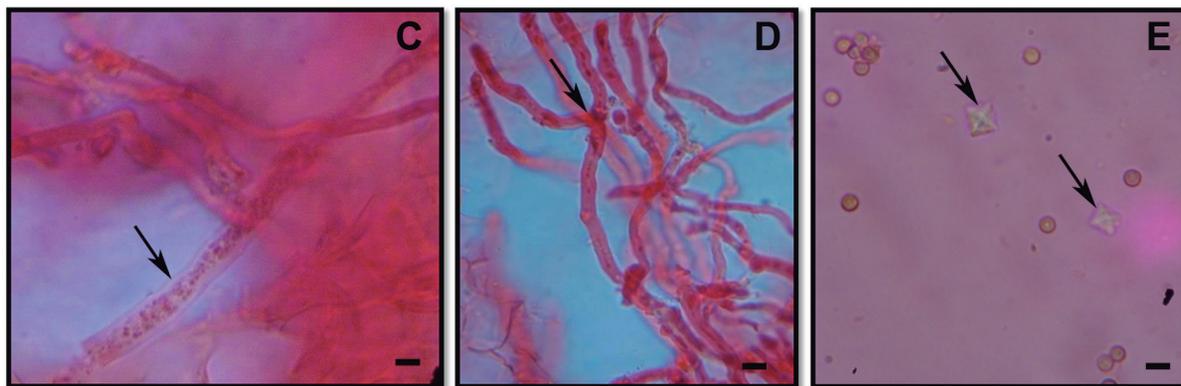
RESULTADOS

Geastrum violaceum Rick, *Broteria* 5: 26, 1906. Basidiomas no estipitados, ovoides a subglobosos en forma de estrellas que emergen de la tierra a la madurez, de 1-2 cm de alto x 0,9-2 cm de diámetro (**FIG A**). Exoperidio con forma de estrella con 6-9 lacinias terminadas en punta triangulares de distintas extensiones y grosor, que se enrollan levemente de forma longitudinal hacia el cuerpo endoperidial en la muestra seca, pero no verdaderamente higroscópico. Lacinias carnosas, de color púrpura fuerte, capa fibrosa coriácea en la muestra seca. **Capa pseudoparenquimatosa** delgada, al principio rosa fuerte o púrpura en especímenes frescos; en muestra seca coriácea. **Capa fibrosa** grisácea fuertemente adherido a la capa pseudoparenquimatosa. **Capa miceliar** cuando seco gris o marrón grisáceo, en fresco rosa claro a rosa grisáceo. **Endoperidio** sésil, globoso de 0,5-1 cm de diámetro, de textura granulosa de color marrón a marrón/grisáceo en fresco. **Peristoma** de morfología intermedia entre plicado y fibrilloso, sin base delimitada y coronado por un ostiolo o poro apical concoloro al endoperidio por donde salen las esporas. **Columella** ausente. **Gleba** de color marrón claro tornándose marrón oscuro en la madurez. **Rizomorfos** pequeños y finos en la base del basidioma.

Tejido pseudoparenquimático formado por células globosas, hexagonales, irregulares de pared delgada, de 10-50 μm , hialinas en KOH



Figuras A-C. A) Basidios epigeos con forma de estrella. Barra: 1cm. B) Tejido pseudoparenquimático en KOH con pigmentaciones localizadas de color rosa. A= 1000X. Barra 10 μm . C) Células pseudoparenquimatosas subglobosas a globosas teñidas con rojo congo. A=1000X.



Figuras D-F. D) Hifas del tejido micelial con contenido granular pigmentado en el interior. Barra: 3 μm . **E)** Hifas del tejido micelial de paredes delgadas y ramificadas. Barra 1 μm . **F)** Cristales de oxalato bipiramidales asociados a las esporas. A=1000X. Barra 1 μm .

con pigmentaciones localizadas de color rosa. **Tejido fibroso** formado por hifas de paredes delgadas, hialinas, con lumen estrecho, de 3-7 μm de diámetro, fuertemente entrelazadas entre sí, sin fibulas aparentes, estrechamente unido al tejido pseudoparenquimatoso. **Tejido micelial** formado por varios tipos de hifas: hifas con contenido granular pigmentado en el interior, de 3-6 μm de diámetro, hifas fibuladas de pared delgada, de 2,5-5 μm de diámetro, hifas de paredes delgadas, lumen estrecho de y ramificadas de 3-6 μm de diámetro, con incrustaciones. **Hifas del endoperidio** de pared delgada, de 2-8 μm de diámetro, lumen estrecho, amarillentas en KOH, que se ensanchan hacia el ápice de 5-10 μm de diámetro. **Hifas del capilicio** de paredes delgadas, sólidas, de color marrón, de 1,5-8 μm de diámetro, lumen estrecho, con incrustaciones, asociadas a cristales de oxalato de calcio bipiramidales con tamaños variables 1,5 – 5,0 μm de diámetro. **Esporas** espiculadas de 2-3 μm de diámetro, con ornamentación columnar regular menor al micrómetro de longitud, de color marrón ocre en KOH. **Basidios** no observados.

Hábitat: Gregarios. Crecen sobre hojarasca en las cercanías de árboles de las familias Leguminosae y Lauraceae en selva lluviosa subtropical.

Distribución: Citada en Brasil, para el Estado de Rio Grande do Sul (Rick, 1906; Trierveiler-Pereira 2012), y en Argentina para la provincia de Corrientes (Papinutti & Kuhar 2009). Este trabajo

presenta el primer registro de esta especie para Paraguay.

Material estudiado: Paraguay, Departamento de Alto Paraná, Ciudad de Hernandarias, Refugio Biológico Tati Yupi, sendero Kuati (25°21' S; 54°34' O), en interior de selva secundaria, VIII/2012, leg. M. A. Gullón 34 (HFACEN).

Observaciones: *Geastrum violaceum* se caracteriza por sus lacinias de color púrpura, no higroscópicas; el cuerpo endoperidial de forma globosa a cónica, sésil y el peristoma algo levantado que puede presentar pliegues pero sin llegar a ser verdaderamente plicado (Trierveiler-Pereira & Silveira, 2012). Además, Papinutti & Kuhar (2009), mencionan la presencia de cristales de oxalato de calcio en la superficie del endoperidio y del exoperidio.

Todos los caracteres observados coinciden con las descripciones de Trierveiler-Pereira & Silveira (2012) y Papinutti & Kuhar (2009) por lo que se concluye que el material estudiado corresponde a *Geastrum violaceum*, la cual es citada por primera vez para Paraguay.

Trierveiler-Pereira & Silveira (2012) explican que *G. violaceum* ha sido un nombre olvidado por mucho tiempo. Después de la descripción original citada para Brasil al comienzo del siglo XX (Rick 1906), la especie fue autenticada por Loyd (1907). Ponce León (1968) lo consideró como sinónimo de la especie *Geastrum lloydianum*, lo que fue des-

cartado por las evidentes diferencias morfológicas. Papinutti & Kuhar (2009) describen a *Geastrum episcopale* para el nordeste de Argentina, siendo considerada como sinónimo de *G. violaceum* por Trierveiler-Pereira & Silveira (2012).

No se encontraron especímenes inmaduros en el lugar de la colecta.

BIBLIOGRAFÍA

- Calonge, F. 1998. Flora Mycológica Ibérica. Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. Vol. 3. Madrid. 13-111 pp.
- Fazolino, E. 2009. O género *Geastrum* Pers. (Phallomycetidae, Basidiomycota) em algumas áreas de Mata Atlântica e Caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, P.R. 77 pp. Tesis M.S.
- Hibbett, D. et. al. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological research* 111: 509–547.
- Lloyd, G.C. 1907. New notes on the Geasters. *Mycological Notes* no. 25. *Mycological Writings* 2: 309–317.
- Papinutti, L. & Kuhar, F. 2009. *Geastrum episcopale*: a new noticeable species with red-violet exoperidium. *Mycologia* 101(4): 535-538.
- Ponce de León, P. 1968. A revisión of the Geastraceae Fieldiana, *Botany* 31: 303-349. DOI 10.5962/bhl.title.2389.
- Rick, J. 1906. Pilze aus Rio Grande do Sul (Brasilien). *Brotéria, Série Botânica* 5: 5-53
- Spegazzini, C.L. 1888. Fungi Guaranitici. *Pugillus* 2. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 26(1): 5-74.
- Sunhede, S. 1989. Geastraceae (Basidiomycotina) morphology, ecology and systematics with emphasis on the north European species. *Synopsis Fungorum* 1. Oslo: Fungiflora. 535 pp.
- Trierveiler-Pereira, L. & R. M. B da Silveira. 2012. On the *Geastrum* species (Geastraceae, Basidiomycota) described by Rick. *Phytotaxa* 61: 37-46.
- Zeller, S. M. 1949. Keys to the Orders, Families and Genera of the Gasteromycetes. *Micología* 41: 36-58.

DEGRADACIÓN TROPOSFÉRICA DEL 3-CLORO-2-METIL-1-PROPENO: COEFICIENTES DE VELOCIDAD CON RADICALES OH Y ÁTOMOS DE CLORO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y 298K

TROPOSPHERIC DEGRADATION OF 3-CHLORO-2-METHYL-1-PROPENE: RATE COEFFICIENTS OH RADICALS AND CHLORINE ATOMS AT ATMOSPHERIC PRESSURE AND 298K

CYNTHIA B. RIVELA FRETES^{a,b}; RODRIGO G. GIBILISCO^{b,c}; MARIANO A. TERUEL^{b,d}

^aFacultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay. E-mail: crivela@fcq.unc.edu.ar

^bInstituto de Investigaciones en Físicoquímica, I.N.F.I.Q.C., CONICET, Departamento de Físicoquímica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina. E-mail: ^crgibilisco@fcq.unc.edu.ar; ^dmteruel@fcq.unc.edu.ar

Resumen: Estudios cinéticos relativos de las reacciones de los radicales OH y átomos de Cl con 3-cloro-2-metil-1-propeno se han realizado por primera vez a 298 K y 1 atm por GC-FID. Los coeficientes de velocidad se encuentran (en $\text{cm}^3 \text{molécula}^{-1} \text{s}^{-1}$): $k_1(\text{OH} + \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}) = (3,23 \pm 0,35) \cdot 10^{-11}$, $k_2(\text{Cl} + \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}) = (2,10 \pm 0,78) \times 10^{-10}$ con incertidumbres que representan $2\sigma \pm$. La identificación del producto se realizó bajo condiciones atmosféricas mediante la técnica de microextracción en fase sólida (SPME) / GC-MS para la reacción OH. La Cloropropanona fue identificada como el principal producto de degradación que está en acuerdo con la descomposición del 1,2-hidroxi alcoxi del radical formado. Además, se analizan las tendencias de reactividad e implicaciones atmosféricas.

Palabras Clave: degradación atmosférica, tropósfera, radicales, velocidad de reacción.

Abstract: Relative kinetics of the reactions of OH radicals and Cl atoms with 3-chloro-2-methyl-1-propene have been studied for the first time at 298 K and 1 atm by GC-FID. Rate coefficients are found to be (in $\text{cm}^3 \text{molecule}^{-1} \text{s}^{-1}$): $k_1(\text{OH} + \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}) = (3.23 \pm 0.35) \times 10^{-11}$, $k_2(\text{Cl} + \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}) = (2.10 \pm 0.78) \times 10^{-10}$ with uncertainties representing $\pm 2\sigma$. Product identification under atmospheric conditions was performed by solid phase microextraction (SPME) / GC-MS for OH reaction. Chloropropanone was identified as the main degradation product in accordance with the decomposition of the 1,2-hydroxy alkoxy radical formed. Additionally, reactivity trends and atmospheric implications are discussed.

Key words: atmospheric degradation, troposphere, radicals, reaction rate.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son utilizados como solventes, aditivos para combustibles o combustibles alternativos. Gran cantidad de estos compuestos, de origen bio o antropogénico, pueden entrar a la atmósfera donde sufren transformaciones químicas. La principal vía de oxidación de estos compuestos en la tropósfera es la reacción con los radicales OH, átomos de Cl o fotólisis solar (Moortgat G., 2001). El 3-cloro-2-metil-1-propeno es utilizado como un intermediario para la síntesis de compuestos orgánicos y pesticidas o como aditivo en la industria textil y de perfumería. En algunos países es usado como un fumigante insecticida

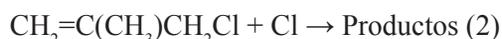
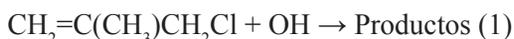
para cereales, tabaco, y el suelo (U.S. Department of Health and Human Services, 2011). El 3-cloro-2-metil-propeno probablemente se disuelve en gotas y aerosoles, se hidroliza, y posteriormente se oxida en la fase líquida. La degradación en la atmósfera de los compuestos oxigenados insaturados es controlada principalmente por reacción química con OH, contribuyendo a la producción de ozono troposférico y la formación de otros fotooxidantes secundarios en las zonas contaminadas (Mellouki A. et al., 2003). Sin embargo, la reacción del átomo de cloro con compuestos orgánicos se considera de relevancia potencial en la tropósfera marina donde la concentración de átomos de cloro es significativa



Figura 1. Línea de vacío para la carga de reactivos gaseosos.

(Finlayson-Pitts B, 1993; Keene W.C. et al., 1996). Además, la detección de estas especies en las zonas centrales de los continentes ha ampliado el impacto potencial de Cl a la química de oxidación troposférica (Thornton J. A. et al, 2010; Mielke L.H. et al., 2011). El conocimiento de las constantes de velocidad para las reacciones con oxidantes troposféricos como radicales OH y los átomos de Cl, así como las vías de degradación es necesario para estimar la persistencia, el destino y los efectos nocivos del cloroalqueno en la atmósfera.

En este trabajo se presenta el coeficiente de velocidad de las reacciones de los radicales OH y átomos de Cl con 3-cloro-2-metil-1-propeno ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$) a 298K y 760 Torr:



En este trabajo se presenta la primera determinación de las constantes de velocidad de las reacciones (1) y (2) en condiciones atmosféricas.

Los resultados cinéticos se analizan en términos de tendencia de reactividad en comparación con otros alquenos con otros sustituyentes halogenados. Además se estudió los productos con la técnica GC-MS en condiciones atmosféricas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los siguientes productos químicos, con grados de pureza según lo declarado por el proveedor, se utilizaron sin purificación adicional: N_2 (AGA, 99.999%), 3-Cloro-2-metil-1-propeno (E.Merk, 97%), Metacrilato de Metilo (Aldrich, 99%), Acetato de alilo (Aldrich, 99%), Propionato de Vinilo (Aldrich, 98%), Cloruro de Oxalilo (Aldrich, 99%) y Peróxido de Hidrógeno (Cicarelli, 60% wt).

Todos los experimentos se realizaron en una cámara de teflón de 80 L situado en una caja de madera con las paredes internas cubiertas con papel de aluminio. Cantidades medidas de los reactivos orgánicos se cargaron a través de una línea de vacío provistas de un balón de 0,914 L a la cámara de simulación utilizando una corriente de nitrógeno, como se muestra en la Fig. 1.

Los átomos de cloro se generaron por fotólisis a 254 nm a partir de $\text{ClC}(\text{O})\text{C}(\text{O})\text{Cl}$:



Los radicales OH fueron generados con radiación UV (Fig. 2) a 254 nm a partir de H_2O_2 :

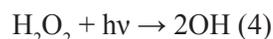


Figura 2. Cámara de fotólisis.



Figura 3. Columna Empaquetada "Porapak Q"

La mezcla de la reacción consiste en un compuesto orgánico de referencia y una muestra orgánica reactante, diluidas en N_2 , que fue preparada en la cámara de reacción y se ha dejado mezclar antes de la fotólisis. Antes de cada serie de experimentos, la cámara fue limpiada con el llenado con N_2 y se comprobó por cromatografía de gases que no había impurezas.

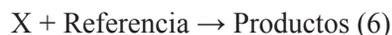
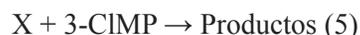
Periódicamente, las muestras de gas se retiraron de la cámara de teflón usando una jeringa de gas calibrada de 5 ml. Los compuestos orgánicos se controlaron mediante cromatografía de gases (Shimadzu GC-14B) acoplado con detección por ionización de llama (FID), usando una columna Porapak Q (Alltech, 2,3 m; Fig. 3) a una tempera-



Figura 4. Cromatógrafo de gases "Shimadzu" utilizado para los experimentos cinéticos.

tura de 160 °C para este compuesto.

En presencia del oxidante X (radicales OH o átomos de Cl), el 3-Cloro-2-metil-1-propeno (3-CIMP) y el compuesto de referencia disminuye su concentración a través de las siguientes reacciones:



A condición de que el compuesto de referencia y el reactivo se pierden sólo por las reacciones (5) y (6), se puede demostrar que:

$$\ln \left\{ \frac{[3\text{-CIMP}]_0}{[3\text{-CIMP}]_t} \right\} = \frac{k_5}{k_6} \ln \left\{ \frac{[\text{Referencia}]_0}{[\text{Referencia}]_t} \right\} \quad (7)$$

Donde, $[3\text{-CIMP}]_0$, $[\text{Referencia}]_0$, $[3\text{-CIMP}]_t$ y $[\text{Referencia}]_t$ son las concentraciones de 3-CIMP y el compuesto de referencia a tiempos $t=0$ y t , respectivamente, y k_5 y k_6 son las constantes de velocidad de las reacciones (5) y (6), respectivamente.

La técnica relativa se basa en la suposición de que tanto el 3-CIMP y el compuesto de referencia se eliminan únicamente por reacción con la especie oxidante X (OH o Cl). Para verificar esta hipótesis, se prepararon mezclas de cloruro de oxalilo o de peróxido de hidrógeno con el compuesto en estudio y el de referencia y se dejaron reposar en la oscuridad durante dos horas. En todos los casos, la reacción de las especies orgánicas con el precursor de X (ClC(O)C(O)Cl o H_2O_2).

La concentración inicial usada en los experimentos se encontraban en el rango de 224-262 ppm ($1 \text{ ppm} = 2,46 \times 10^{13} \text{ molécula cm}^{-3}$ a 298 K y 760 Torr de presión total) para el 3-CIMP. La concentración de Cl_2 usada estuvo en el rango de 190 a 220 ppm en aproximadamente 750 Torr de N_2 .

La técnica analítica empleada para la identificación cualitativa de los productos formados luego de la irradiación fue un cromatógrafo de gases (Figs. 4 y 5) con detección de masas GC-MS Shimadzu (CGMS-QP5050A) con una columna VF-5MS (5% fenil, 95% dimetil polisiloxano) de 30m-0,25mm. Las muestras gaseosas fueron tomadas de la cámara de Teflón usando la microextracción de fase sólida (SPME) como técnica de pre concentración



Figura 5. Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas.

de analitos. La técnica de SPME está basada en la extracción de analitos de una muestra matriz, usando una fibra de sílice generalmente cubierta por un polímero absorbente, seguido por la desorción de analitos por temperatura en el puerto de inyección. En este trabajo se ha utilizado [divinilbenceno/Car-

boxen/polidimetilsiloxano] (DVB / CAR / PDMS) que posee buena selectividad para los compuestos estudiados. El tiempo de exposición fue de 15 minutos, y 3 minutos de desorción en el puerto de inyección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el uso de esta técnica relativa mencionada con anterioridad, se determinaron las constantes de velocidad para las cuatro reacciones estudiadas a partir de la ecuación (7). A los datos obtenidos se aplicó a una línea recta por el ajuste de mínimos cuadrados.

Los datos de la relación de las constantes de velocidad $k_{3\text{-CIMP}}/k_{\text{Referencia}}$ y la constante de velocidad absoluta $k_{3\text{-CIMP}}$ a temperatura ambiente (298K) se presentan en la Tabla 1.

Las relaciones se obtuvieron a partir del promedio de varios experimentos usando diferentes concentraciones iniciales de los reactantes. En el gráfico se observa el acuerdo entre los experimentos

Tabla 1. Compuestos de referencia, medida de las relaciones de los coeficientes de velocidad, $k_{3\text{-CIMP}}/k_{\text{referencia}}$ y los coeficientes de velocidad obtenidos de la reacción de radicales OH y átomos de Cl con 3-Cloro-2-metil-1-propeno a 298 K y 760 Torr de nitrógeno.

Reacción	Referencia	$k_{3\text{-CIMP}}/k_{\text{referencia}}$	$k_{3\text{-CIMP}}$ (cm ³ molecu ⁻¹ s ⁻¹)
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl} + \text{OH}$	Metacrilato de Metilo	0.72 ± 0.03	$(3.00 \pm 0.35) \times 10^{-11}$
	Metacrilato de Metilo	0.85 ± 0.02	$(3.52 \pm 0.34) \times 10^{-11}$
	Acetato de alilo	1.25 ± 0.05	$(3.08 \pm 0.14) \times 10^{-11}$
	Acetato de alilo	1.34 ± 0.06	$(3.30 \pm 0.18) \times 10^{-11}$
		Promedio	$(3.23 \pm 0.35) \times 10^{-11}$
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Cl}$	Metacrilato de Metilo	0.81 ± 0.01	$(2.26 \pm 0.77) \times 10^{-10}$
	Metacrilato de Metilo	0.79 ± 0.02	$(2.20 \pm 0.78) \times 10^{-10}$
	Propionato de Vinilo	1.01 ± 0.08	$(2.08 \pm 0.52) \times 10^{-10}$
	Propionato Vinilo	0.91 ± 0.02	$(1.85 \pm 0.37) \times 10^{-10}$
		Promedio	$(2.10 \pm 0.78) \times 10^{-10}$

llevados a cabo con diferentes compuestos de referencia. Las constantes de velocidad obtenidas del promedio de varios experimentos son los siguientes:

$$k_{\text{OH}} = (3.23 \pm 0.35) \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecu}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$k_{\text{Cl}} = (2.10 \pm 0.78) \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ molecu}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Los errores indicados son $\pm 2 \sigma$ derivada del ajuste por mínimos cuadrados de las líneas rectas, a la que se ha considerado también el error correspondiente en las constantes de velocidad de referencia.

Los siguientes compuestos fueron utilizados como reacciones de referencia para determinar el coeficiente de velocidad de las reacciones (1) y (2): metacrilato de metilo, acetato de alilo y propionato de vinilo.



Donde $k_8 = (4.15 \pm 0.32) \times 10^{-11}$ (Blanco M.B et al., 2006), $k_9 = (2.46 \pm 0.02) \times 10^{-11}$ (Ferrari C et al., 1996), $k_{10} = (2.82 \pm 0.93) \times 10^{-10}$ (Blanco M.B et al., 2009), $k_{11} = (2.06 \pm 0.36) \times 10^{-10}$ (Teruel M.A et al., 2009). Todos los valores de k están en unidades de $\text{cm}^3 \text{ molecu}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

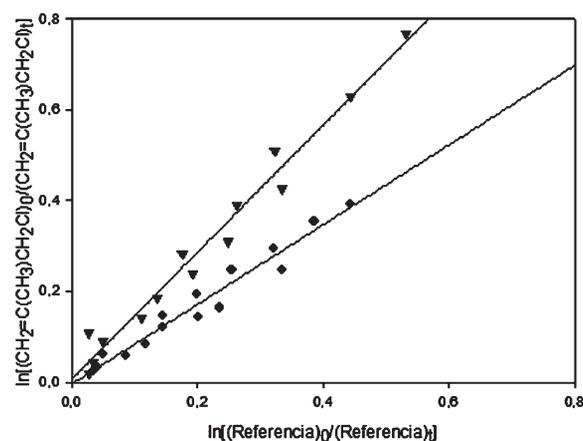


Figura 6. Cinética de la reacción de radicales OH y 3-Cloro-2-metil-1-propeno usando Metacrilato de metilo (●) y Acetato de alilo (▼) como compuestos de referencia en condiciones atmosféricas.

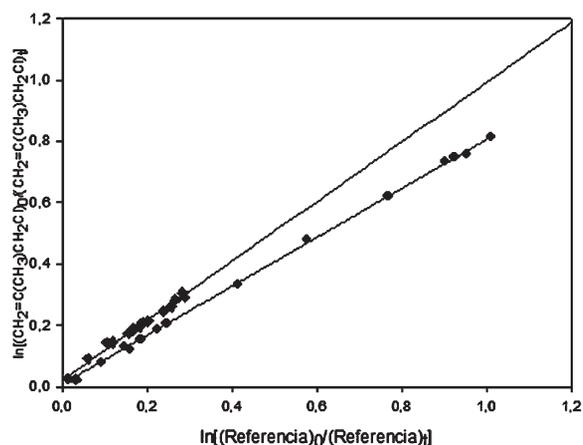


Figura 7. Cinética de reacción del 3-Cloro-2-metil-1-propeno y átomos de Cloro con Metacrilato de metilo (●) y Propionato de Vinilo (◆) como compuestos de referencia en condiciones atmosféricas.

A continuación se presentan los gráficos correspondientes a la reacción del 3-Cloro-2-metil-1-propeno con radicales OH y átomos de Cl (Figs. 6 y 7).

A nuestro conocimiento, no existen otros valores reportados antes de las constantes de velocidad de las reacciones (1) y (2) de radicales OH y átomos de Cl con 3-Cloro-2-metil-1-propeno. Por lo tanto, el presente estudio es el primer estudio de la cinética de estas reacciones y por lo tanto, no se puede hacer una comparación directa con la literatura.

Es interesante estimar el coeficiente de velocidad de la reacción de OH con 3-CIMP usando el programa US EPA AOPWIN (Meylan W. M et al., 1993) basado en las relaciones de estructura-reactividad (SAR) método descrito en Kwok and Atkinson (Kwok E.C et al., 1995). La estimación del coeficiente de velocidad con OH por este método fue de $3.95 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molécula}^{-1} \text{ s}^{-1}$. La predicción de constante obtenida con el método SAR para esta reacción está en muy buen acuerdo y dentro del error experimental con el valor de $(3.2 \pm 0.4) \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecu}^{-1} \text{ s}^{-1}$ determinado en éste estudio.

En la degradación iniciada por los radicales OH, un primer enfoque revela que el camino principal de la reacción es la adición electrofílica del radical OH al doble enlace. Este ataque electrofílico puede realizarse en cualquiera de los carbonos (C1 o C2)

Tabla 2. Constantes de velocidad de una serie de alcanos halogenados con radicales OH y átomos de Cl, comparados con los datos cinéticos obtenidos en el estudio del 3-CIMP.

COV	$k_{OH} \times 10^{11} (\text{cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1})$	$k_{Cl} \times 10^{10} (\text{cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1})$
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$	3.01 ^a	2.64 ^b
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$	3.20 ^c	2.10 ^c
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$	1.69 ^d	2.40 ^e
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$	1.66 ^f	1.23 ^g
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{F}$	1.64 ^f	0.49 ^g

^a(Atkinson R. et al., 1989); ^b(Ezell et al. 2002); ^c Éste trabajo; ^d(Tuazon, et al. 1990); ^e(Grosjean, y Williams, 1992); ^f(Albaladejo(a), J. et al. 2003); ^g(Albaladejo(b), J. et al. 2003).

que forman el doble enlace, pero el electrófilo ataca preferentemente al carbono terminal del doble enlace para generar al radical más estable.

La Tabla 2 muestra una comparación entre las constantes de velocidad con radicales OH y átomos de Cl con una serie de alquenos halogenados y los datos cinéticos obtenidos para el 3-CIMP en este estudio.

Se puede observar que la presencia de diferentes sustituyentes produce variaciones significativas en los valores de los coeficientes de velocidad. Por ejemplo, comparando la constante de 3-CIMP k_{OH} ($3.2 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$) con la de 3-cloropropeno ($1.69 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$) (Albaladejo J.(b) et. al, 2003), es posible observar un incremento significativo en la constante de velocidad del 3-CIMP con respecto al 3-chloropropeno. Esta diferencia puede ser atribuida a la presencia del grupo $-\text{CH}_3$. Ambas moléculas son influenciadas por el efecto inductivo negativo del doble enlace, inducido por el sustituyente clorado, pero en el caso del 3-CIMP este efecto parece ser anulado por el grupo metilo que ataca al C2, generando un efecto inductivo positivo sobre el $>\text{C}=\text{C}<$. En términos generales, se observa que la presencia de un átomo de halógeno como sustituyente de un átomo de H en la cadena de carbono disminuye la reacción de la constante de velocidad por el efecto

inductivo del electrón (efecto inductivo negativo I). Por otro lado, en la reacción de degradación por los átomos de Cl, el efecto de los sustituyentes en la reactividad con olefinas no es muy pronunciado como para las reacciones iniciadas por radicales OH, posiblemente debido a la adición de átomos de Cl son menos selectivas y en el límite de la teoría de las colisiones.

Además del estudio cinético, se identificaron cualitativamente los productos de reacción del 3-CIMP con radicales OH. La técnica analítica empleada luego de la irradiación fue la de cromatografía gaseosa con detección de masas GC-MS Shimadzu (GC-MS QP 5050) con una columna capilar VF-5MS (5% fenil, 95% dimetilpolisiloxano) de 30 m - 0,25 mm.

De acuerdo a los productos observados, el principal destino de los radicales 1-2-hidroxicoxi formados pareciera ser el canal de descomposición, donde el OH ataca preferentemente al carbono terminal del doble enlace. En los experimentos realizados con el GC-MS no se ha encontrado evidencia de compuestos hidroxycarbonílicos o ácidos hidroxycarbonílicos como productos de reacción. La Cloropropanona fue identificada como el producto mayoritario formado de la reacción 1, se observaron fragmentos con m/e 59, 43 y 49, que son característicos de este tipo de compuestos han

sido encontrados en el cromatograma de masas para apoyar este hecho. El producto de reacción hallado, junto con las tendencias de reactividad observadas, sugiere que la reacción procede a través de un mecanismo de adición del radical OH

al doble enlace similar al propuesto por Atkinson para la adición de radicales OH a alquenos (Keene W.C. et al., 1996; Thornton J. A. et al, 2010). La principal vía de reacción del 3-ClMP con radicales OH se muestra en la Figura 8.

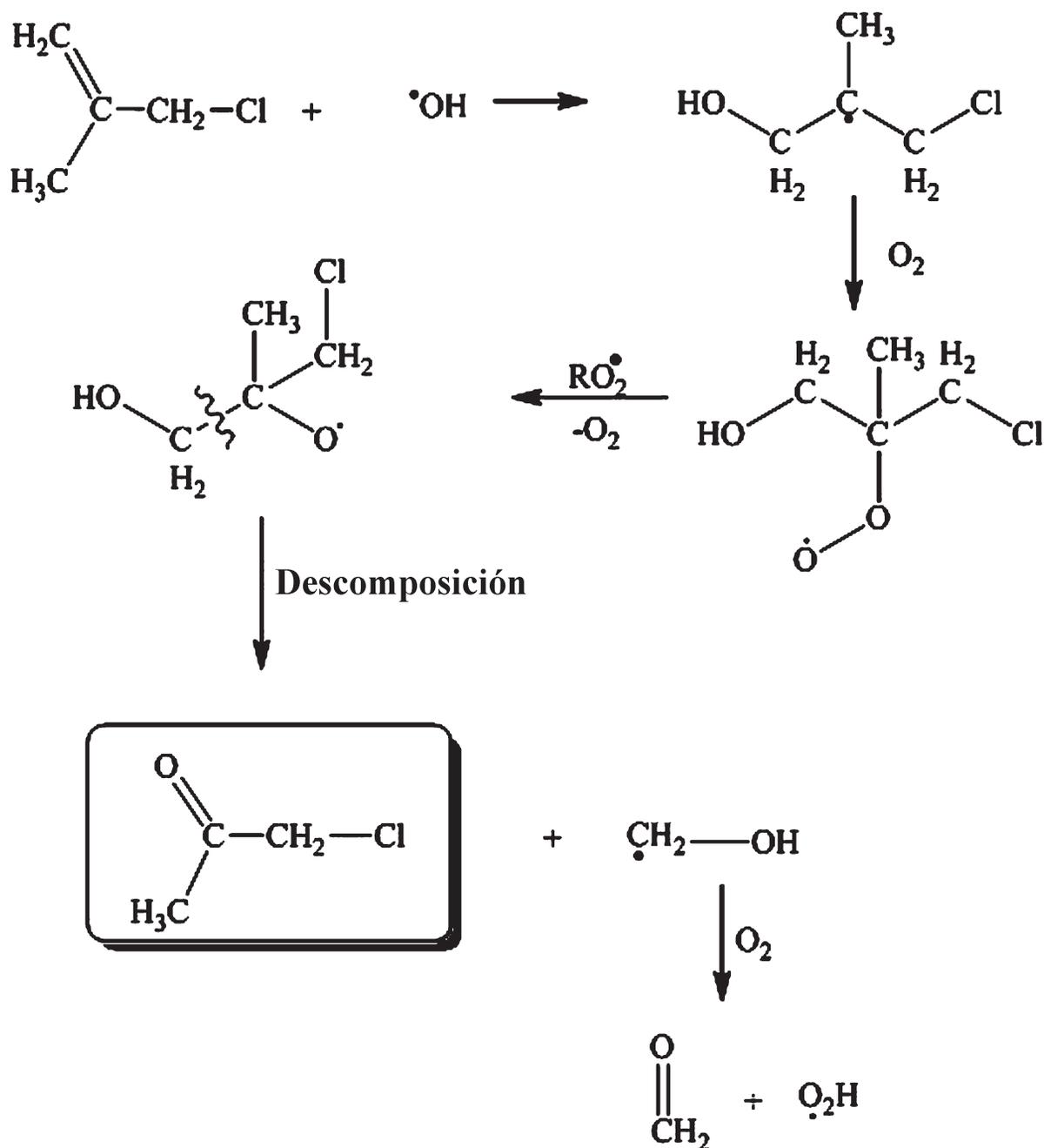


Figura 8. Mecanismo propuesto para la degradación de 3-cloro-2metil-1-propeno con radicales OH en ausencia de NOx.

Tabla 3. Estimación de los tiempos de vida troposféricos del 3-Cloro-2-metil-1-propeno estudiados en este trabajo con radicales OH y átomos de Cl.

VOC	τ_{OH}^a	τ_{Cl}^a	$\tau_{NO_3}^b$	$\tau_{O_3}^c$
3-Cloro-2-metil-1-propeno	9 horas	5 días	1 día	4 días

^aEste trabajo; ^b(Aird R.W.S et al., 1992); ^c(Johnson D. et al., 2000).

La reacción se desarrolla a través de un mecanismo de adición del radical OH al doble enlace. El 1-2-hidroxi radical formado en la etapa de adición de OH, se descompone en presencia de O_2 , que conduce al compuesto carbonílico correspondiente. De acuerdo con los productos observados, el destino principal de los radicales 1-2-hidroxi radical formados parece ser el canal de descomposición.

CONCLUSIONES

Los tiempos de vida atmosféricos, τ_x , del 3-CIMP estudiados en este trabajo fueron calculados mediante la expresión: $\tau_x = 1/k_x[X]$ donde $X = OH, Cl, NO_3$ y O_3 . La Tabla 3 muestra una lista de tiempos de vida atmosféricos con respecto a la reacción con radicales OH, átomos de Cl, radicales NO_3 y O_3 con el cloroalqueno estudiado en este trabajo.

Los tiempos de vida troposféricos se calculan, suponiendo una concentración media de 12 h de OH de 2×10^6 molécula cm^{-3} (Tuazon E.C. et al., 1990), el tiempo de vida de la reacción con radicales OH es de 9 horas y los tiempos de vida correspondientes de la reacción con el cloro es de alrededor de 5 días, considerando una concentración de cloro promedio mundial de 1×10^4 átomos cm^{-3} (Grosjean D. et al., 1992), mientras que la concentración de moléculas de O_3 y radicales NO_3 son 7×10^{11} molécula cm^{-3} y 5×10^8 radicales cm^{-3} respectivamente.

En conclusión, el tiempo de vida atmosférico está determinado por su oxidación con radicales OH como principal vía de degradación con una corta duración en la atmósfera. Pero durante la noche cuando la concentración de OH es mínima será el radical nitrato el principal sumidero del compuesto

en estudio y podría colaborar a la formación de ozono en la tropósfera. Además en zonas marinas en donde la concentración de cloro puede llegar a 10^4 átomos/ cm^3 podría competir o dominar la química degradativa sobre el radical OH como se observa en la Tabla 3.

Los tiempos de vida indican que el compuesto es probable que sea eliminado rápidamente de la atmósfera, la reacción con OH ser el proceso de pérdida importante. Pérdida de 3-cloro-2-metil-1-propeno por fotólisis puede considerarse insignificante, ya que son fotolíticamente estable en la región actínica del espectro electromagnético. El otro proceso de pérdida atmosférica es posible deposición seca y húmeda. Dado que la cinética y los datos de distribución de producto es escasa, se deberían realizar más experimentos con el fin de dilucidar el mecanismo de degradación en la atmósfera de estos cloroalquenos y sus derivados, y a la inclusión de la información cinética y mecanicista más realista en los modelos atmosféricos.

REFERENCIAS

- Albaladejo J., Ballesteros B., Jimenez E., Díaz de Mera, Martínez E. Gas-Phase OH Radical-Initiated Oxidation of the 3-halopropenes Studied by PLP-LIF in the Temperature Range. 228-388 K(a). Atmos. Environ 37 (2003) 2919 – 2926.
- Albaladejo J., Notario A., Cuevas C.A., Ballesteros B., Martínez E.J. A Pulsed Laser Photolysis-Resonance Fluorescence Kinetic Study of the Atmospheric Cl Atom-Initiated Oxidation

- of Propene and a Series of 3-Halopropenes at Room Temperature (b). *Atmos. Chem.* 45(2003) 35-50.
- Aird R.W.S., Canosa-Mas C.E., Cook D.J., Marston G., Monks P.S., Wayne R.P., Jungstrom E.J. Temperature dependence of the reaction of the nitrate radical with but-1-ene. *Chem. Soc. Faraday Trans* 88 (1992) 1093 – 1099.
- Atkinson R.; Baulch D.L.; Cox R.A., Hampson Jr.; Kerr R.F., Troe J.A. Evaluated Kinetic and Photochemical Data for Atmospheric Chemistry. *Phys. Chem.* 18 (1989) 881 – 1097.
- Blanco M.B., Bejan I., Barnes I., Wiesen P., Teruel M.A. Temperature-dependent rate coefficients for the reactions of Cl atoms with methyl methacrylate, methyl acrylate and butyl methacrylate at atmospheric pressure. *Atmos. Environ.* 43 (2009) 5996–6002.
- Blanco M.B., Taccone R.A., Lane S.I. y Teruel M.A. On the OH-initiated degradation of methacrylates in the troposphere: Gas-phase kinetics and formation of pyruvates *Chem. Phys. Lett.* 429 (2006) 389.
- Ezell M.J., Wang W., Ezell A.A., Soskin G., Finlayson-Pitts B.J. Kinetics of reactions of chlorine atoms with a series of alkenes at 1 atm and 298 K: structure and reactivity *Phys. Chem. Chem. Phys.* 4 (2002b) 5813–5820.
- Ferrari C., Roche A., Jacob V., Foster P., Baussand P. Kinetics of the reaction of OH radicals with a series of esters under simulated conditions at 295 K *International Journal of Chemical Kinetics* 28(1996) 609–614.
- Finlayson-Pitts B.J. Res. Chem. Intermed. Chlorine atoms as a potential tropospheric oxidant in the marine boundary layer 19 (1993) 235.
- Grosjean D., Williams E.L. Environmental persistence of organic compounds estimated from structure-reactivity and linear free-energy relationships *Atmos. Environ. Part A* 26 (1992) 1395 – 1405.
- Hein R., Crutzen P.J., Heimann M. An inverse modeling approach to investigate the global atmospheric methane cycle. *Global Biogeochemical Cycles* *Global Biogeochem. Cycles* 11 (1997) 43.
- Johnson D., Rickard A.R., McGill C.D., Marston G. The influence of orbital asymmetry on the kinetics of the gas-phase reactions of ozone with unsaturated compounds *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2 (2000) 323 – 328.
- Keene W.C., Jacob D.J., Fan S.M., Atmos. Environ. Reactive chlorine :A potential sink for dimethylsulfide and hydrocarbons in the marine boundary layer 30 (1996) 1.
- Kwok E. C., Atkinson R. Estimation of hydroxyl radical reaction rate constants for gas-phase organic compounds using a structure–reactivity relationship *Atmos. Environ.* 29 (1995) 1685.
- Mellouki A., Le Bras G. y Sidebottom H. Kinetics and mechanisms of the oxidation of oxygenated organic compounds in the gas phase. *Chem. Rev.* 103 (2003) 5077.
- Meylan W. M., Howard P. H. Computer estimation of the Atmospheric gas-phase reaction rate of organic compounds with hydroxyl radicals and ozono. *Chemosphere* 26 (1993) 2293.
- Mielke L.H., Furgeson A. y Osthoff H.D. Observation of ClNO₂ in a mid-continental urban environment. *Environ. Sci. Technol.*, 45 (2011) 8889–8896.
- Moortgat G. Ed. *Chemical, Physical and Biogenic Processes in the Atmosphere*. COACH International Research School, Obernai, France, (2001).
- Teruel M. A., Achad M., Blanco M.B. Kinetic study of the reactions of Cl atoms with α - β -unsaturated carbonyl compounds at atmospheric pressure and structure activity relations (SARs). *Phys. Chem. Lett.* 479 (2009) 25-29.
- Thornton J. A., Kercher J. P., Riedel T. P., Wagner N. L., Cozic J., Holloway S., Dube W. P., Wolfe G.M., Quinn P.K., Middlebrook A.M., Alexander B., Brown S. A large atomic chlorine source inferred from mid-continental reactive nitrogen chemistry. *Nature* 464 (2010) 271– 274.
- Tuazon E.C., Atkinson R., Aschmann S.M. Kinet-

ics and products of the gas-phase reactions of the OH radical and O₃ with allyl chloride and benzyl chloride at room Int. J. Chem. Kinet. 22 (1990).

U.S. Department of Health and Human Services Secretary Kathleen Sebelius released the 12th Report on Carcinogens on June 10, (2011). Disponible a partir de: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/twelfth/roc12>.

Wingenter O.W., Kubo M.K., Blake N.J., Smith T.W., Blake D.R., Rowland F.S. Hydrocarbon and halocarbon measurements as photochemical and dynamical indicators of atmospheric hydroxyl, atomic chlorine, and vertical mixing obtained during Lagrangian flights Geophys. Res. 101 (1996) 4331.

CONTROL DE CALIDAD EN UN CENTRO DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE MEDICINA NUCLEAR, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTALES ELABORADOS EN EL LABORATORIO DE CIENCIAS RADIOLÓGICAS E IMAGENOLÓGÍA (LCRI) DE LA FACEN

QUALITY CONTROL TESTS IN A DIAGNOSTIC AND TREATMENT CENTER OF NUCLEAR MEDICINE, THROUGH THE IMPLEMENTATION OF INSTRUMENTS DEVELOPED IN THE LABORATORY OF RADIOLOGICAL SCIENCES AND IMAGING (LCRI) OF THE FACEN

F. J. GÓMEZ GRANCE², J. A. JARA YORG³, M. DUARTE³, M. A. JARA³, R. GAONA²

¹Publicación Financiada por FACEN y CEDIN S.R.L., ²Docente Investigador de Tiempo Completo y Dedicación Exclusiva –Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología-FACEN-UNA, ³Médicos de Medicina Nuclear del CEDIN S.R.L., ⁴Técnico de Medicina Nuclear de la Clínica CEDIN S.R.L., ⁵Físico especialista en Protección Radiológica- FACEN

Resumen: La Medicina Nuclear es una especialidad médica que utiliza material radiactivo categorizada como fuente radiactiva abierta, cuya forma físico-química hace posible su utilización como radiofármaco, constituyéndose de esta manera la Medicina Nuclear en una especialidad de alto riesgo de incumplimiento de los principios básicos de Protección Radiológica. En este trabajo nos ocupamos de evaluar uno de los pilares de la Seguridad Radiológica del paciente, como lo es la Optimización, que consiste en obtener el mayor beneficio diagnóstico, disminuyendo el costo global de la aplicación, fundamentalmente mediante los controles de calidad a la adquisición de imagen SPECT (Single Photon Energy Computer Tomography) y del Activímetro. Dicha evaluación fue realizada con fantasmas y accesorios fabricados en el Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología, de tal manera que la evaluación de los resultados y de las imágenes obtenidas en las pruebas, coinciden con las especificaciones del fabricante y con las normativas nacionales e internacionales, con lo cual se minimiza la posibilidad de errores en el diagnóstico y asegura la Optimización utilizando los maniqués fabricados por el Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología (LCRI).

Palabras Claves: Medicina Nuclear, Control de Calidad, Radiación ionizante, SPECT, Protección Radiológica.

Abstract: Nuclear medicine is a medical specialty that uses radioactive material categorized as open radioactive source, whose physical-chemical form makes it possible to use as radiopharmaceutical, thus constituting the Nuclear Medicine is a specialty high risk of default of the basic principles of protection radiation. In this paper we address one of the pillars evaluate the radiation safety of the patient, as is the optimization, which consists of obtaining the greatest diagnostic benefit, reducing the overall cost of implementation, primarily through quality control to the acquisition image SPECT (Single Photon Energy Computer Tomography) and Activity meter. This evaluation was conducted with phantoms and accessories manufactured in the Laboratory of Radiological and Imaging Sciences, so that the evaluation of the results and images obtained in the tests match the manufacturer's specifications and with national and international regulations, thus the possibility of misdiagnosis is minimized and ensures optimization using mannequins manufactured by the Laboratory for Imaging and Radiological Sciences (LCRI).

Key Words: Nuclear Medicine, Quality Control, Ionizing Radiation, SPECT, Radiation and Protection.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del MERCOSUR, el Paraguay posee baja cobertura de servicios de Medicina Nuclear, lo cual contrasta con la realidad de los países del bloque, que cuentan con un servicio de medicina nuclear por cada medio-millón de

habitantes, mientras en Paraguay existe una clínica por cada dos millones de habitantes (Autoridad Regulatoria Nuclear, 2010).

Por otra parte, en la actualidad se acepta, que para lograr estándares satisfactorios de eficacia y eficiencia en una especialidad médica de alta

complejidad, se debe aplicar los conceptos de Garantía de Calidad, de manera que la función fisiológica sean representadas fielmente en las imágenes obtenidas con el SPECT, con el aditamento de aplicar conceptos de Optimización para reducir las dosis, tanto al paciente como al Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (International Commission o Radiological Protection, 2007).

Con estos antecedentes del contexto de la Medicina Nuclear en la región, se inició un programa de aplicación de controles de calidad para evaluar los parámetros de funcionamiento de SPECT y del Activímetro, teniendo en cuenta las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991).

Las prácticas de Control de Calidad (CC), realizadas durante este programa, evaluaron los aspectos mínimos necesarios para identificar, problemas de funcionamiento del equipamiento, antes de que estos se manifiesten en la calidad diagnóstica de la imagen, además estos controles pretenden verificar la efectividad de los maniqués fabricados en el LCRI.

Se inicia el programa de control de calidad, con las pruebas al Activímetro, debido a que, si

la medida del Activímetro es errónea con un valor menor al suministrado, entonces aumentamos innecesariamente la dosis al paciente.

Si el valor erróneo es igual o mayor al suministrado, se corre el riesgo que la imagen sea inadecuada, originando una repetición del estudio, por ende más incorporación de radionúcleido y más dosis al paciente, es decir que en el mejor de los casos, un error en la medida de la actividad suministrada al paciente, siempre aumenta la dosis, y en el peor de los casos puede dar origen a un mal diagnóstico (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991)

En ese sentido, se realizaron pruebas de precisión y exactitud al activímetro, mediante fuentes disponibles en la clínica auditada siguiendo las directrices del TECDOC 602s.

Luego de las pruebas al Activímetro se realizaron pruebas de C.C. al sistema SPECT de Marca MEDISO y modelo Nucline X-Ring/R, evaluando los siguientes parámetros:

- i. La **Resolución Intrínseca** de la gamma-cámara, definida como la menor diferencia de contraste detectable entre dos densidades diferentes en un mismo órgano, la cual pueda resolverse sin colimador y está condicionada por la

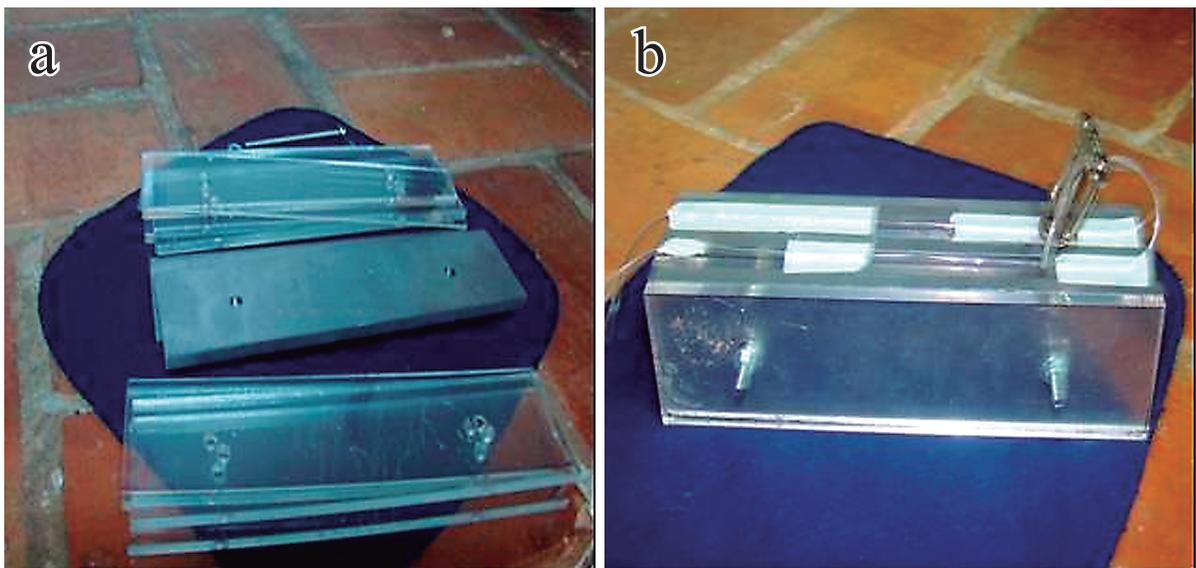


Figura 1. a) Parte de las láminas de acrílico y Pb. **b)** Maniquí construido con acrílico y plomo.

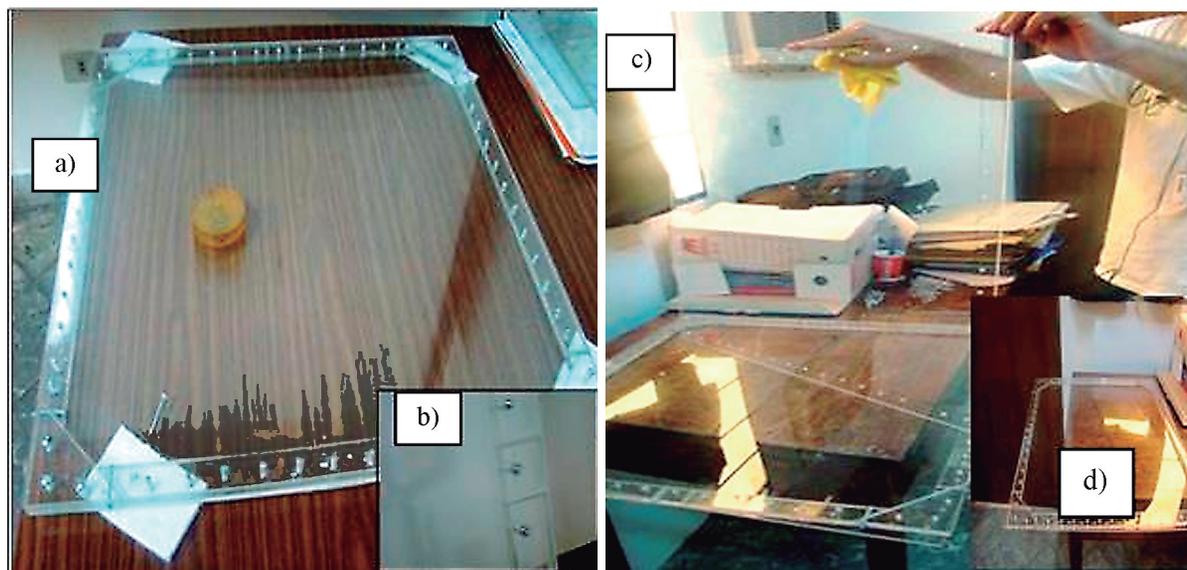


Figura 2. a) Ensamble de los acrílicos. b) Atornillado de las piezas, orificios de entrada y salida de agua. c) Ensamble de las piezas de acrílicos previamente cortados. d) Vista final del fantoma de campo inundado.

fabricación y el diseño del detector (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991).

- ii. La **Uniformidad del Campo de Visión** o campo inundado de la gamma-cámara, es evaluada como la capacidad de producción de una imagen uniforme, cuando una fuente radiactiva produce una distribución uniforme de fotones gamma sobre el detector de centelleo. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991; International Agency Energy Atomic, 2003).
- iii. La **Resolución Espacial**, es la capacidad para resolver como entidades distintas y separadas a dos fuentes radiactivas puntuales o lineales. La resolución espacial depende de la uniformidad del campo inundado y de la calidad de los colimadores, debido a que estos al reducir la radiación dispersa, reducen el ruido y aumenta la resolución espacial. (International Agency Energy Atomic, 2003; Barquero R., Añe P., 2000).
- iv. La **Resolución del Sistema** está

compuesta por la resolución espacial intrínseca “ R_i ” (gamma-cámara sin colimador), y la resolución espacial del colimador aislado “ R_c ” el cual es máximo cuando la fuente radiactiva está sobre el colimador y decrece cuando se aleja. Es así que la resolución del sistema puede estimarse a partir de la expresión (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991):

$$R_s = \sqrt{R_i^2 + R_c^2} \quad \text{Ec-1}$$

La mejora de la resolución espacial Intrínseca está basada en la modificación de factores de fábrica de la Gammacámara, salvo el cambio del ancho de ventana del fotopico y la disminución de fotones gamma disperso. En cuanto a la resolución debido a la colimación, ésta depende de la estructura del colimador, por lo que su degradación implica un golpe de calor o mecánico (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991; Levis de Cabrejas M., 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS.

En este trabajo se utilizó un método de diseño

experimental, con alcance correlacional de corte transversal, para lo cual se desarrolló fantomas (maniqués) como instrumentos de prueba para las distintas etapas del control de calidad del sistema SPECT.

Con los fantomas de: resolución intrínseca (desarrollado en LCRI) Fig. 2, campo inundado (desarrollado en LCRI) Fig. 3 y el fantoma de barras paralelas; se realizaron los controles sobre el SPECT, el Activímetro fue evaluado con fuentes de Cs-137 y Ba-133, las cuales emiten, con mayor probabilidad fotones de 662 KeV y 81 KeV, con una actividad nominal inicial de 200 μ Ci y de 250 μ Ci respectivamente.

Controles del Activímetro

Adoptamos el procedimiento sugerido por el OIEA (TECDOC 602s, 1991), y realizamos las pruebas a un activímetro marca: CAPINTEC, modelo CRC-6, utilizando fuentes radiactivas, un porta fuente y un dispositivo para la manipulación a distancia, con los cuales procedimos de la siguiente manera:

i. Seleccionamos las condiciones

de operación apropiadas para el isótopo concerniente, mediante el potenciómetro del activímetro y lo ajustamos a cero.

- ii. Con la ayuda del dispositivo para manipulación a distancia, insertamos la fuente radiactiva en el porta muestra para luego introducirlo ambos en el pozo del instrumento.
- iii. Dejamos que transcurra el tiempo suficiente para la estabilización de la lectura, para luego realizar las medidas y registramos la actividad.
- iv. Repetimos el paso ii y iii, hasta un total de 10 lecturas sucesivas.
- v. Sacamos el porta muestra del instrumento y extraemos la fuente radiactiva por medio del dispositivo para manipulación remota, y analizamos los datos.

La precisión fue evaluada, calculando para cada fuente radiactiva, el módulo de las diferencias porcentuales entre las actividades medidas

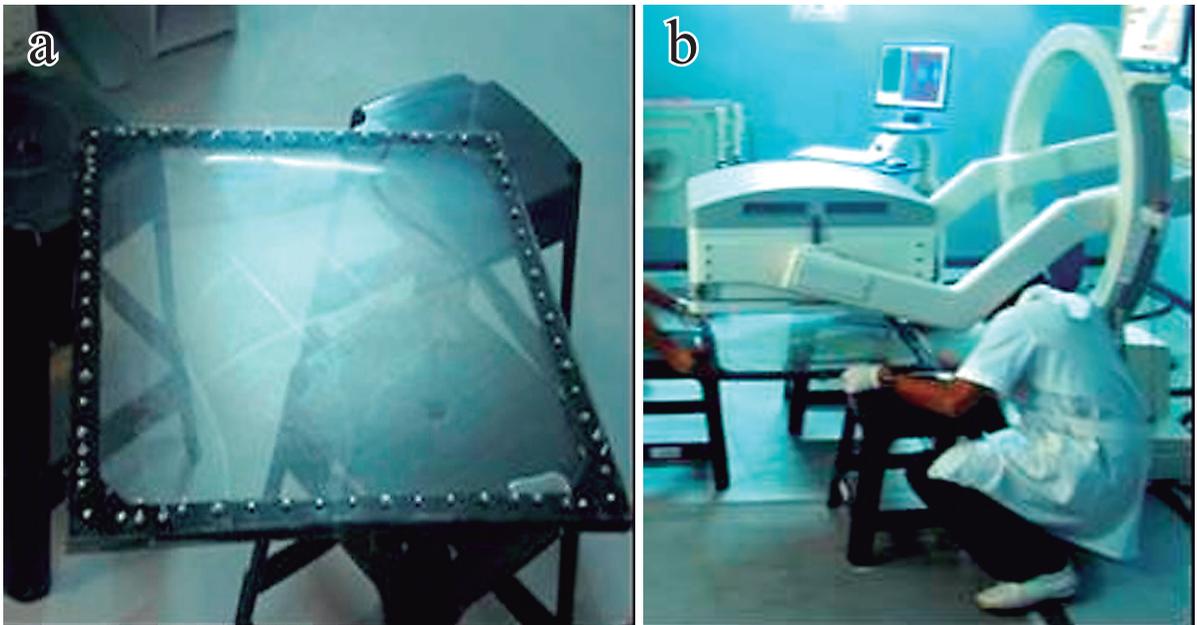


Figura 3. a) Fantoma preparado para su uso sobre banquetas. **b)** se ubica el fantoma evitando el contacto con la superficie del detector en el centro del su campo de visión.

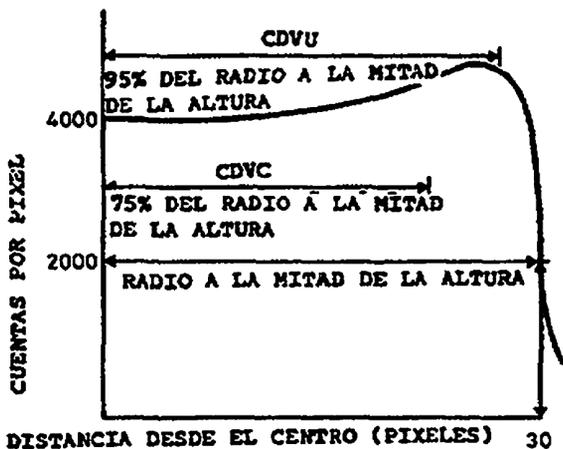


Figura 4. Definiciones del campo de visión útil (CDVU) y del campo de visión central (CDVC) a partir del perfil digital de la imagen intrínseca de la inundación del campo.

individualmente, A_i y su promedio, \bar{A} , mediante la siguiente ecuación:

$$p = 100 \cdot \frac{|(A_i - \bar{A})|}{\bar{A}} \% \quad \text{Ec-2}$$

La exactitud, fue calculada para cada fuente radiactiva y se define como la diferencia porcentual entre la actividad promedio que se

midió \bar{A} , y la actividad certificada de la fuente, corregida por su decaimiento radiactivo al día de la medida, C , los cálculos fueron realizados con la siguiente ecuación:

$$e = 100 \cdot \frac{(A_i - C)}{C} \% \quad \text{Ec-3}$$

Resolución Intrínseca de la Gammacámara

Esta prueba fue realizada mediante la fabricación del fantoma de resolución intrínseca Fig. 1(a) y (b), que contuvo una solución de Tc-99m, con una actividad de 1 mCi, en cada vial (tubo de polietileno de 0,5 mm de diámetro), originando así dos fuentes lineales. Las pruebas iniciales del fantoma demostraron la falta de mayor colimación, es así que luego de la adición de mejor colimación, obtuvimos mejores resultados.

Una vez evaluado el fantoma, se obtiene las imágenes de las fuentes efectuando el siguiente procedimiento:

- i. Se retira el colimador del SPECT y se coloca verticalmente el cabezal de la Gammacámara, con su cara hacia abajo.

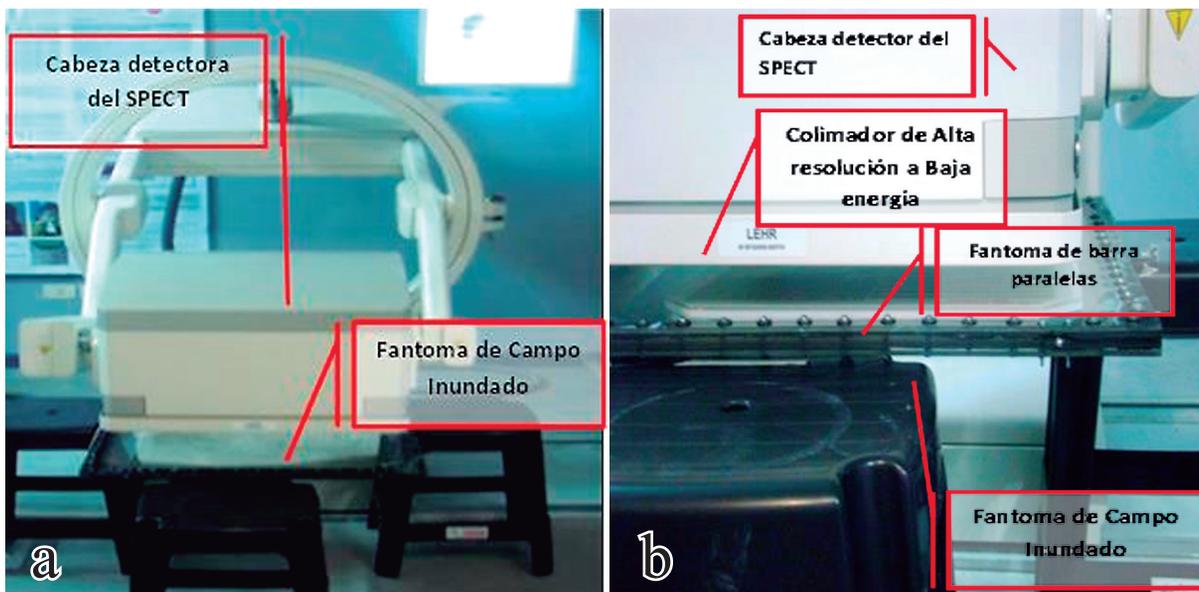


Figura 5. a) Posición relativa del fantoma del campo Inundado frente a la Gammacamara. b) Se puede observar el fantoma de barras paralelas entre el campo inundado y la gammacámara.

- ii. El fantoma, se ubica invertido, bajo el cabezal sobre una mesada, luego movemos el cabezal del SPECT, descendiénolo cuidadosamente hasta que el cristal quede a 1 cm del fantoma, las fuentes lineales son posicionadas paralelas al eje de la X.
- iii. Se centra el fotopico en una ventana de 20% en el PHA (Analizador de altura de pulsos), para luego obtener una imagen digital con un conteo preestablecido de 2×10^6 cps en una matriz de 256×256 , y después repetimos el paso anterior pero para el eje Y, obteniendo siempre una imagen con el mismo tamaño de matriz (TECDOC 602s, 1991)
- iv. Para cada adquisición en cada cuadrante se midió cuidadosamente la separación

entre las fuentes mostradas en la imagen adquirida, en busca de distorsiones.

- v. Por último se mide además la separación física entre las fuentes lineales: D, en mm.

Luego obtenidas las imágenes de las fuentes, se toma un perfil de aproximadamente 3 píxel de ancho, el software para analizar las imágenes es denominado: "ImageJ.exe", Versión 1.42q, Java 1.60_10 (32Bit), este software exporta las imágenes a su entorno y con él se puede realizar un perfil de la imagen, obteniéndose una base de datos que permite ser exportada a una planilla de cálculo tipo Excel.

Del análisis del ROI (Región de Interés), determinamos la separación "S" expresada en píxeles, y mediante la interpolación lineal entre

Cuadro 1. Hoja de cálculo utilizada para determinar la exactitud y precisión del Activímetro.

Radionúcleido: Cs-137					
Precisión			Exactitud		
Lectura Estabilizada	Lectura Registrada μC_i	$100(A_i - \bar{A})/\bar{A}\%$	Lectura Estabilizada	Lectura Registrada μC_i	$100(A_i - C)/C\%$
1	119,1	-0,80	1	119,1	1,8
2	119,7	-0,30	2	119,7	2,3
3	120,1	0,03	3	120,1	2,6
4	120,1	0,03	4	120,1	2,6
5	119,9	-0,13	5	119,9	2,5
6	120,4	0,28	6	120,4	2,9
7	120,5	0,36	7	120,5	3,0
8	120,1	0,03	8	120,1	2,6
9	120,0	-0,05	9	120,0	2,6
10	120,7	0,53	10	120,7	3,2
Suma	1200,6		Suma	1200,6	
Promedio \bar{A}	120,06		Promedio	120,06	
			Certificado	117,01	
Precisión		0,26%	Exactitud		2,61%
Fecha de Realización: 22 de octubre de 2005					

Cuadro 2. Valores de precisión y exactitud obtenidas con las fuentes radiactivas Ba-133 y Cs-137, en donde se puede notar que los valores están dentro del margen de tolerancia.

Fuente	Fecha	Certificado μCi	Promedio μCi	Exactitud %	Precisión %
Ba-133	19/04/2005	71	72	1,17	0,14
	22/10/2005	68,97	72,85	5,62	2,61
	08/02/2008	59,28	60,04	1,28	1,60
			Promedio	2,69	1,44
Cs-137	11/06/2005	118	127,6	8,1	0,14
	22/10/2005	117,1	120,06	2,61	0,26
	08/02/2008	110,91	118,90	7,20	2,35
			Promedio	5,97	1,68

píxeles adyacentes, calculamos en cada pico la amplitud total a la mitad de la altura máxima del pico "W", de modo que para calcular el valor del ancho a mitad de altura (FWHM), procedemos a aplicar la fórmula:

$$FWHM = \frac{W \times D}{S} \quad \text{Ec-4}$$

Para culminar calculamos el promedio de FWHM en cada orientación y lo comparamos con la tolerancia y las especificaciones del fabricante.

Prueba de Uniformidad Planar Intrínseca

La evaluación de la uniformidad planar requirió la construcción del fantoma de campo Inundado de dimensiones iguales a 64 cm x 64 cm de superficie y 3 cm de espesor, como se muestra en las Fig. 2 (a) y (b), en donde se puede apreciar la secuencia con que se realizó dicha tarea, este fantoma se llena con agua, pero se asegura de que no exista una concavidad de las paredes laterales, como tampoco existan burbujas de aire con un diámetro mayor a 1 mm.

Una vez lleno el fantoma con agua, se inyecta el material radiactivo, una solución de Tc-99m, con una actividad de 5 mCi, para ello fue

necesario, además de medir dicha actividad con un Activímetro, anotar la fecha y la hora para estimar el decaimiento de la fuente radiactiva, por otra parte, para obtener una fuente radiactiva plana, fue necesario agitar el fantoma y mezclarlo homogéneamente.

Para realizar la prueba procedimos de la siguiente manera:

- i. Se coloca el colimador LEHR y se alinea la cabeza detectora con el montaje de la fuente extendida Fig. 3, luego centramos el PHA en una ventana de 20% sobre el fotopico.
- ii. Una vez alineada la fuente-detector se obtiene una imagen con $1,8 \times 10^6$ cuentas, utilizando una matriz de 2048 x 2048.
- iii. Con la función de corrección de uniformidad activado.
- iv. Al finalizar la detección, retiramos la fuente radiactiva y retiramos el colimador de la cabeza detectora.

Se analizó una región de interés (ROI), circular que correspondería a " la mitad de la altura del perfil radiactivo de la imagen", mediante la

localización de los píxeles en torno del perfil que contengan un conteo igual a la mitad del conteo en el píxel central.

En la imagen digital se determina el campo de visión útil (CDVU), como el contenido en el interior del círculo cuyo radio corresponda con el 95 % del radio promedio de la mitad de la altura, además se determina, el campo de visión central (CDVC), como el campo incluido en el círculo cuyo radio es del 75% del radio promedio en la mitad de la altura, como se muestra en la Fig. 4.

Una vez definida los CDVU y CDVC se determina las cuentas máximas (Máx.) y mínimas (Mín.) en los píxeles incluidos dentro del CDVU, de tal manera a calcular la Uniformidad Integral (UI), dada por:

$$UI = 100 \cdot \frac{[Máx - Mín]}{[Máx + Mín]} \quad \text{Ec-5}$$

También se determina la diferencia máxima de cuentas entre cualquier grupo de 6 píxeles contiguos para cada fila o columna de píxeles, en las direcciones X y Y, que se encuentren incluidos dentro del CDVU y del CDVC, la uniformidad diferencial, UD, es dada por:

$$UD = 100 \cdot \frac{[Alto - Bajo]}{[Alto + Bajo]} \quad \text{Ec-6}$$

Donde Alto y Bajo, son las cuentas en los píxeles que ofrecen el valor más alto o más bajo de la diferencia de conteo.

Los valores de la uniformidad integral y diferencial en los campos de visión útil y central, son comparados con los valores dados por el fabricante y los valores de referencia internacionales.

Prueba de Resolución Espacial del Sistema SPECT

Con esta prueba verificamos la resolución espacial del sistema, en términos de la amplitud total a la mitad de la altura máxima, FWHM utilizando el Fantoma para inundación de campo (ver IV-iii) conteniendo una solución de Tc-99m, con una actividad cercana a 5 mCi, además se utilizó el fantoma de transmisión de cuadrantes con barras de amplitudes y espaciamentos de 3/8, 1/4, 1/8 y 3/16 pulg., como se muestra en la Fig. 5.

Para realizar la prueba procedimos a:

- i. Ubicar el colimador en el soporte del cabezal del SPECT y luego orientar

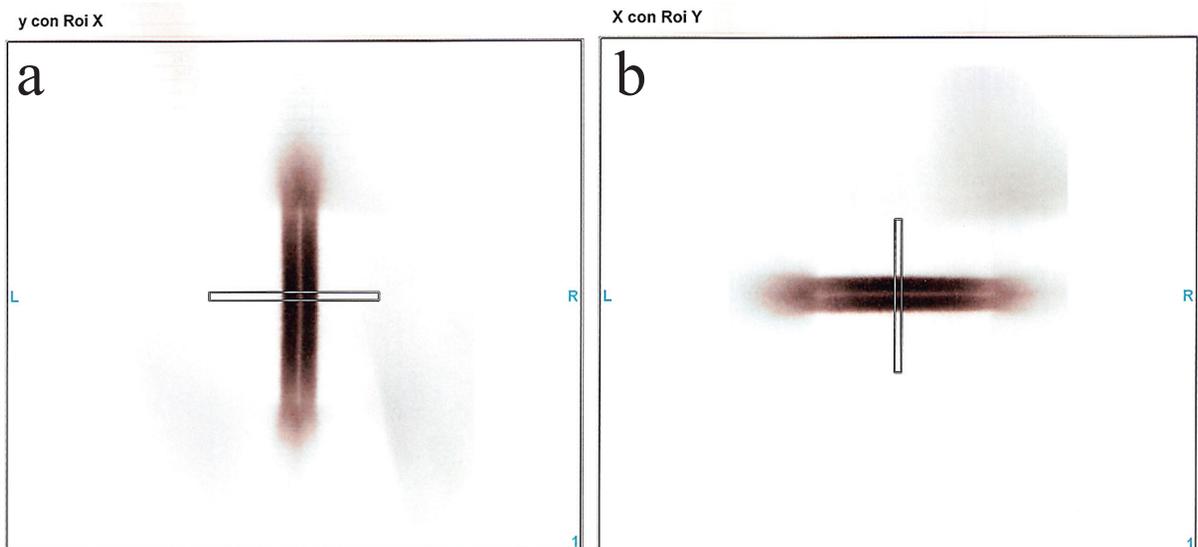


Figura 6. a) Imagen del fantoma de resolución intrínseca en dirección perpendicular al eje de rotación en el plano coronal. **b)** Imagen del fantoma de resolución intrínseca en dirección paralela al eje de rotación en el plano coronal.

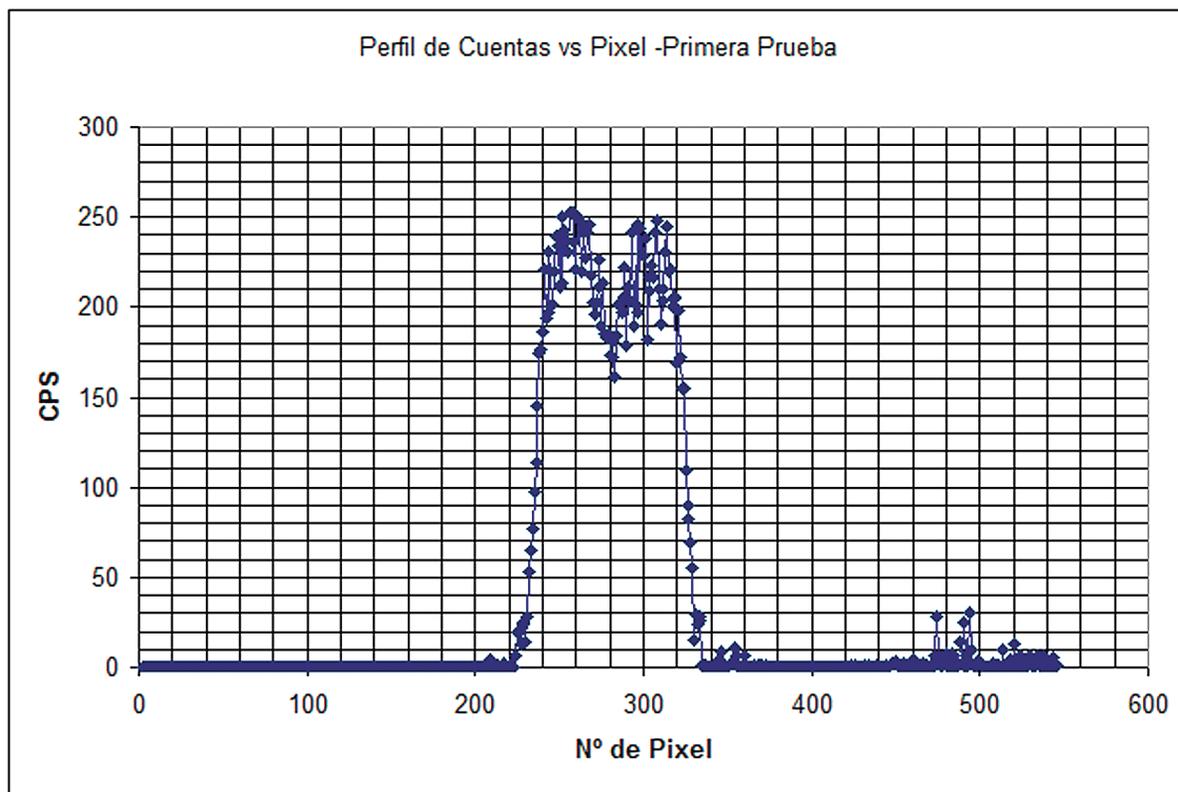


Figura 7. Análisis del perfil de las cuentas por píxel para la determinación de la resolución intrínseca del sistema.

- verticalmente con el campo de visión en dirección a la fuente radiactiva.
- ii. Luego se coloca el fantoma de campo inundado sobre soportes de plástico, y encima de éste colocamos el “fantoma de cuadrantes con barras”, por debajo de la superficie del colimador, con sus barras cuidadosamente alineadas con los ejes X e Y de la cara del detector.
- iii. Se centra el fopico en una ventana de 20% en el PHA, para luego obtener una imagen con un conteo preestablecido de 4×10^6 para las cámaras de campo grande.
- iv. Rotar 90° el fantoma de cuadrantes con barras y se repite el paso (iii); hasta completar las imágenes de los cuatro grupos de barras en las direcciones X y Y, en cada una de las posiciones de los cuatro cuadrantes, es así que se obtuvieron 4 imágenes Fig.12 y Fig. 13
- v. Retirar el fantoma de cuadrantes con barras y la fuente de inundación del campo de visión, y luego medir las amplitudes, “B”, de las barras del fantoma, en las imágenes.

Con los valores de “B” se estima la resolución espacial del sistema en las direcciones X e Y, para cada una de las imágenes, en términos de la amplitud total a la mitad de la altura máxima, FWHM, de acuerdo con la relación:

$$FWHM = 1,75 \cdot B \quad Ec-7$$

donde B es la amplitud de las barras más angostas que puede resolver la cámara de centelleo, para finalmente promediar todos los valores de FWHM en las direcciones X e Y.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Se presentan los resultados y discutiremos los límites de aceptación de cada prueba, así como su implicancia en la “Protección Radiológica”, de tal manera que al final de la presentación de los resultados, discutiremos el impacto global del control de calidad aplicado en esta clínica en particular.

Activímetro

Los resultados de las pruebas al activímetro se muestran en el cuadro 1, donde también se puede observar las lecturas de un día de prueba y en el cuadro 2, se muestra el compendio de las pruebas realizadas desde el año 2005 al 2008, se puede observar que el CV (coeficiente de variación) es de alrededor a 0,3%, con lo cual se asegura la reproducibilidad de las medidas.

Se debe destacar que, tanto la exactitud como la precisión son inferiores a la diferencia porcentual del 5 % para la precisión y menor al 10 % para la exactitud, establecido como valor límite en el documento técnico del OIEA-Tecdoc 602s, 1991.

También realizando el seguimiento temporal de los valores obtenidos en cada prueba, del total de tres pruebas durante el periodo 2005-2008, se puede observar en el Cuadro 2, que el promedio de

cada muestra, están dentro del límite de tolerancia y que el Activímetro funciona óptimamente.

Prueba de Resolución Intrínseca de la Gammacamara

Durante el proceso de puesta en funcionamiento del maniquí, se obtuvieron las primeras imágenes, mostradas en la Fig. 6, las cuales comparamos con las imágenes obtenidas colimando mejor el haz Fig. 8, notamos que los resultados de las primeras pruebas realizadas poseían un error sistemático el cual no permitía evaluar la magnitud deseada, al ser el haz muy ancho y poco colimado, las emisiones de las fuentes lineales no dejan distinguir la separación de los dos picos de cuentas por píxel, como se muestra en la Fig. 7.

Luego de las modificaciones del maniquí original, con la implementación de dos láminas de Pb adicionales, de modo a aumentar la colimación, se obtuvieron mejores resultados Fig. 9, observándose claramente las fuentes lineales y su separación.

Evaluando las imágenes obtuvimos la curva mostrada en la Fig. 9, con la cual estimamos la resolución intrínseca del sistema sin correcciones de software, determinando la capacidad del sistema de resolver pequeñas imágenes de interés

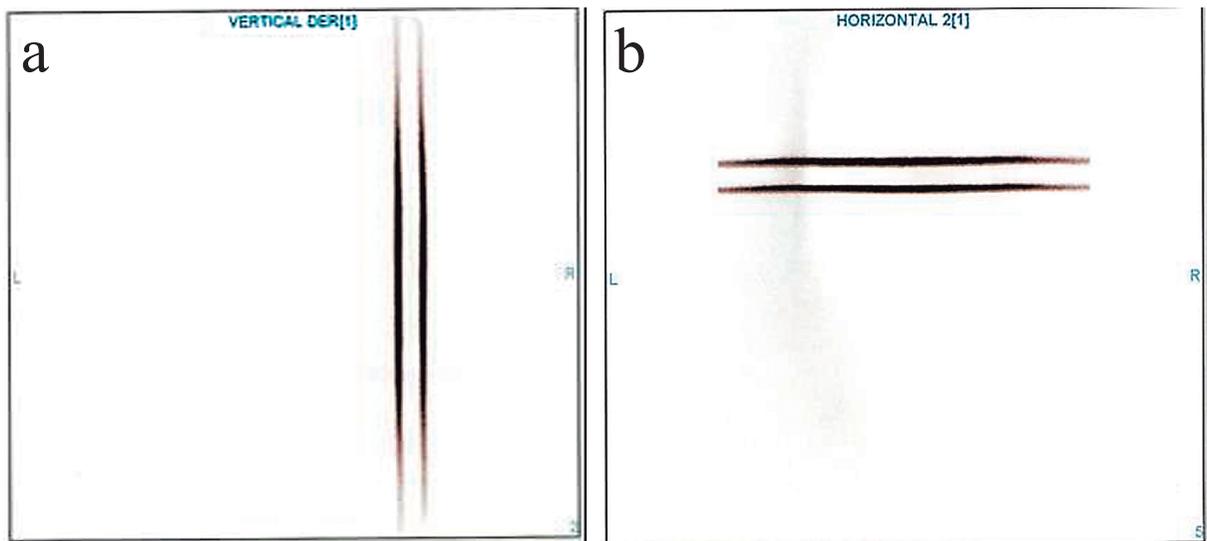


Figura 8. Imagen del fantoma de resolución intrínseca. **a)** Dirección perpendicular al eje de rotación y al plano coronal. **b)** Dirección horizontal al eje de rotación y al plano coronal.

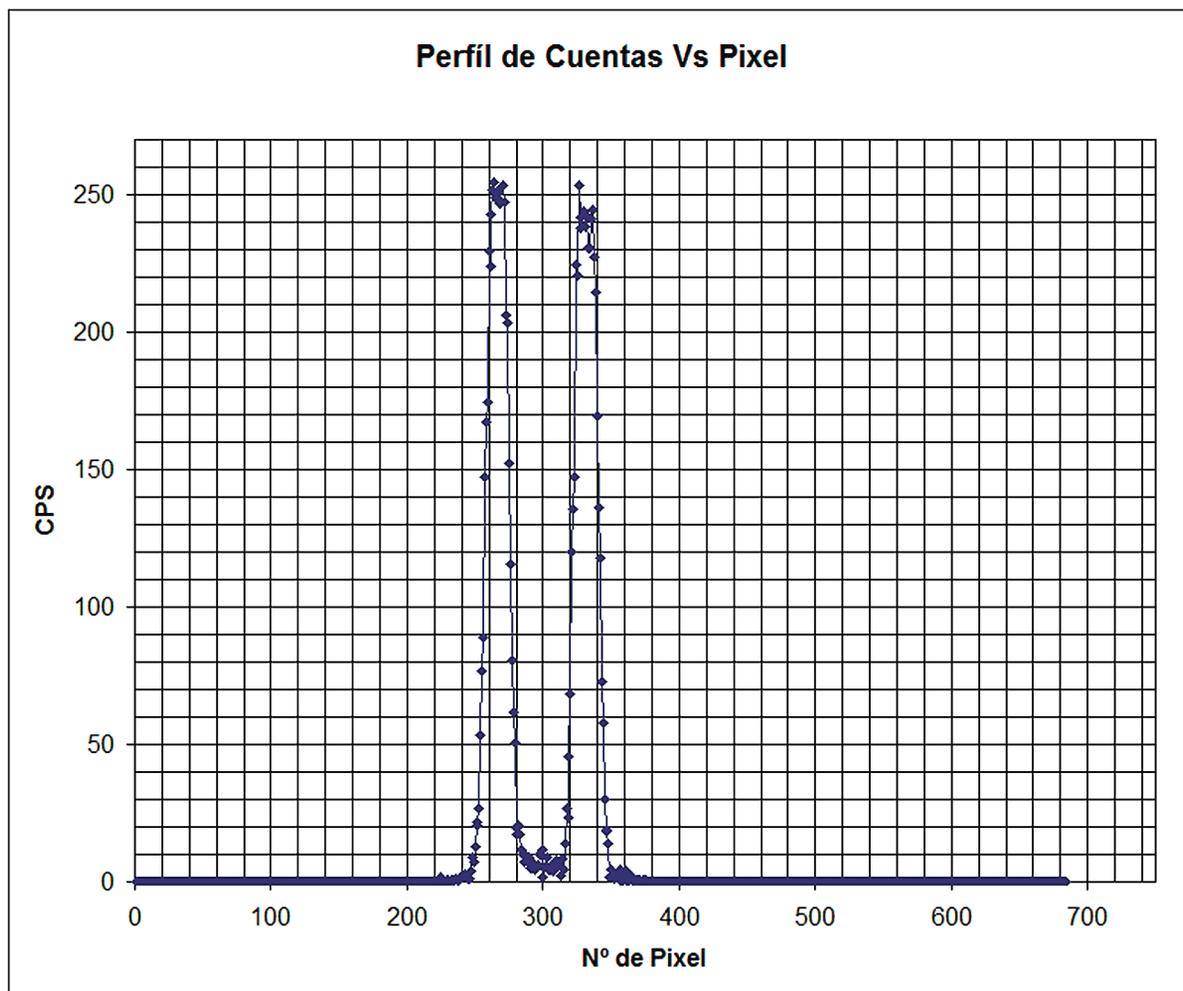


Figura 9. Análisis del perfil de las cuentas por píxel para la determinación de la resolución intrínseca del sistema, en donde el perfil es más uniforme y se identifica claramente el contorno de los picos.

clínico de al menos 6,7 mm.

Prueba de Uniformidad Planar

Se realizaron varias pruebas de Uniformidad Planar del Sistema, resultando el valor de la uniformidad planar en el límite de aceptación del 20 % del valor nominal, los valores obtenidos sucesivamente con el colimador de alta resolución y bajas energías (LEHR), fueron del 5,01 % en la Uniformidad Integral el “Campo de Visión Útil” (CDVU) y de 3,5 % de Uniformidad Diferencial en el CDVU.

En la Fig. 10 a), se muestra los valores de las CPS vs. Píxel, con lo cual se puede calcular los

valores de Uniformidad Integral y Diferencial, el gráfico mostrado en dicha figura se obtuvo de las imágenes del fantoma de campo inundado Fig. 10 b), el cual fue rotado 90° de modo a determinar si la fuente extendida en el fantoma está mezclada correctamente.

Se debe destacar la versatilidad del fantoma, el cual ofrece una gran ventaja para obtener las imágenes de uniformidad planar frente al método tradicional de fuente puntual, debido a los problemas para ubicar la fuente y hacerla enteramente puntual, exponiendo el sistema a golpes mecánicos durante el proceso de alineación de la fuente.

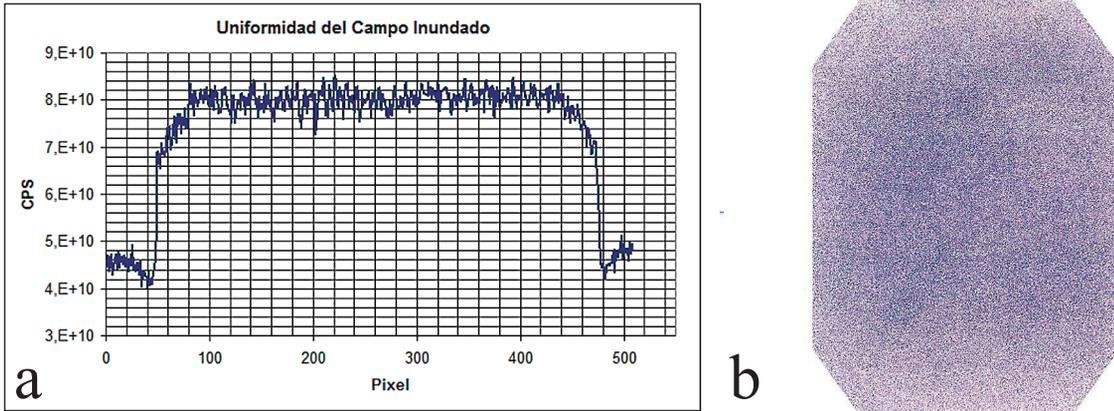


Figura 10. a) Perfil de la curva de CPS en función de los píxeles de la imagen **(b)** de Uniformidad del fantoma de campo Inundado, para determinar el UI y UD en el CDVU.

Además se puede observar que las imágenes obtenidas con los dos métodos no presentan artefactos que denoten el mal funcionamiento de los fototubos, o del analizar de altura de pulsos.

Así en la Fig. 11a), se muestra el gráfico obtenido con la imagen de la fuente puntual radiactiva, y en la Fig. 11b) se puede observar la imagen cuya superficie tampoco muestra artefactos que denoten el mal funcionamiento de un fototubo, o de los circuitos electrónicos del analizador de altura de pulsos.

Por último cabe destacar que aunque las condiciones de adquisición de las imágenes son diferentes en ambas pruebas, las curvas de Uniformidad son prácticamente las mismas, en

su características principal de presentar un “Plato estadístico” en el centro de la imagen.

Resolución espacial del Sistema SPECT

Otro aspecto importante para la Calidad de las imágenes en Medicina Nuclear, es determinar la resolución espacial del sistema, los valores obtenidos en esta prueba confirman el buen funcionamiento del SPECT en el servicio, es así que obtuvimos cuatro imágenes del fantoma de barras paralelas, las cuales poseen patrones de barras de 3/8”,1/4”,1/8” y 3/16”, giradas en sentido antihorario de 0°,90°,180°,360° y ubicando el fantoma en el Centro de Visión útil de la Gammacamara como se observa en la Fig.12.

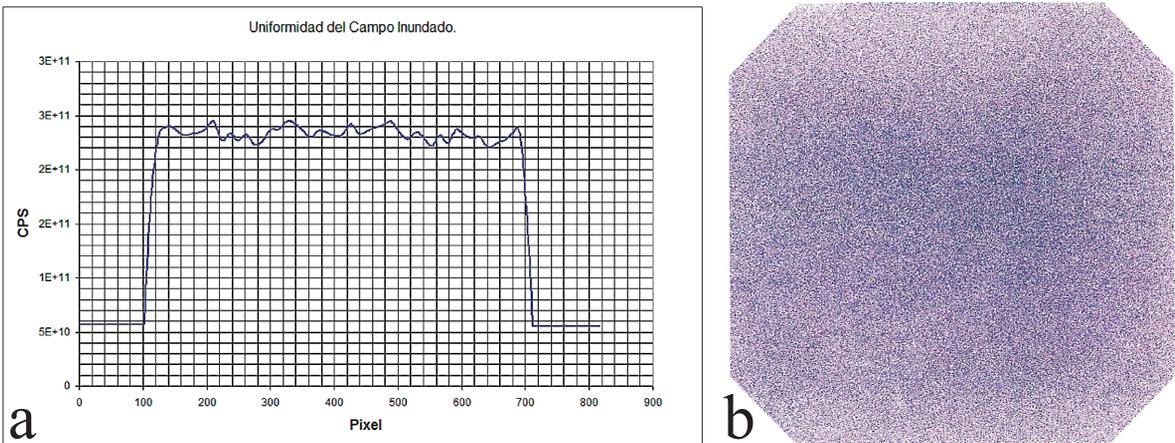


Figura 11. a) Perfil de la curva de CPS en función de los píxeles de la imagen **(b)** de una fuente puntual a 3 m del cristal, para determinar el UI y UD en el CDVU.

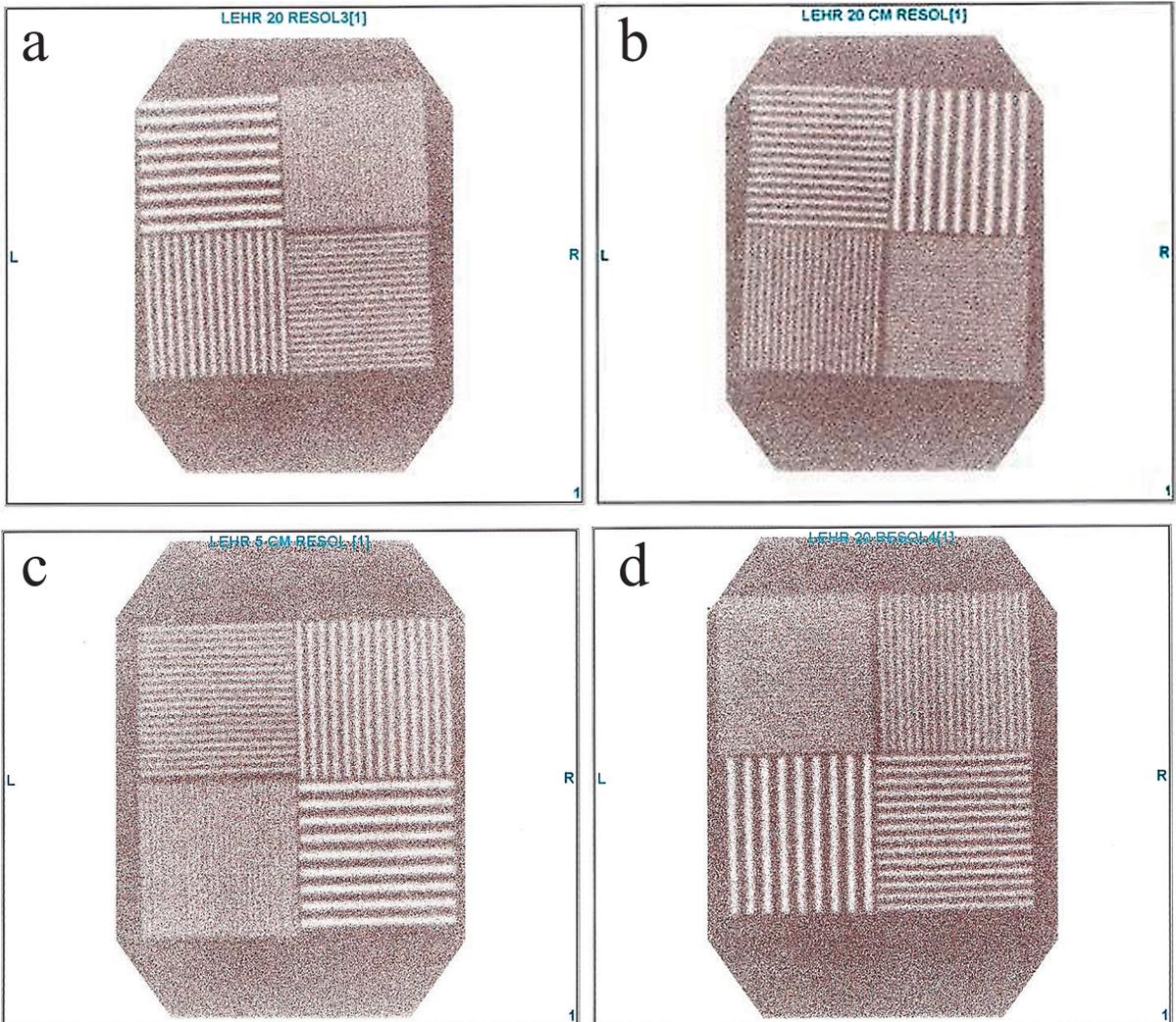


Figura 12. Imágenes con el fantoma de barras y el fantoma de campo inundado, para el primer, segundo, tercer y cuarto cuadrante. **a)** 180°; **b)** 90°; **c)** 360°; **d)** 0°.

De las imágenes se puede notar que en ninguna posición de los cuatro cuadrantes evaluados, el patrón de barras de 1/18" puede ser observado nítidamente, debido a esto el valor de B para los cuatro cuadrantes es 3/16", lo que equivale a 4,69 mm, con lo cual el cálculo de FWHM nos da 8,4 mm. Este valor se encuentra dentro de la tolerancia especificado por el fabricante (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1991).

CONCLUSIÓN

Se ha demostrado la posibilidad de construir y

realizar la puesta a punto de equipos de prueba, para su utilización en controles de calidad de imagen diagnóstica en Medicina Nuclear. Estos equipos demostraron su utilidad, al verificar las magnitudes de calidad de imagen, como ser: resolución intrínseca, uniformidad del campo de visión, resolución espacial y resolución del sistema.

Los valores obtenidos en cada una de las pruebas de control de calidad, cumplen con las especificaciones del fabricante y se encuentran dentro de las tolerancias sugeridas por las normas

internacionales, como el Tecdoc 602s.

Por otra parte debemos destacar que las pruebas realizadas son las mínimas necesarias para asegurar que la práctica pueda realizarse, sin embargo se debe destacar que estos controles no son suficientes, en especial si la clínica pretende realizar estudios de diagnósticos más complejos, para los cuales se deben realizar controles de calidad sobre el software y los movimientos tomográficos de la Gammacámara, que influyen en la calidad diagnóstica de la imagen.

LITERATURA CITADA

- Autoridad Regulatoria Nuclear. 2010. Informe Anual: Inspecciones Regulatorias a Instalaciones Médicas, Industriales, de Investigación y Docencia. Bs. As.:ARN.60p.
- International Commission on Radiological Protection. 2007. Radiological Protection in Medicine. Ontario, Canada: ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37(6).
- Organismo Internacional de Energía Atómica. 1991. Control de Calidad de los Instrumentos de Medicina Nuclear. Vienna, Austria: OIEA. 270p. Tecdoc 602s.
- Levis de Cabrejas M. 1999. Tomografía en Medicina Nuclear. Argentina: Ediciones Argentinas. Capítulo 2, 13-41: Instrumentación. Parámetros Característicos. Uniformidad de la Respuesta del SPECT.
- International Agency Energy Atomic. 2003. IAEA Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems. IAEA. Vienna, Austria. 264p.
- Barquero R.; Año P.; 2000. Nuevas Gammacamara Nuevas Pruebas. Revista de Física Médica, 1(0): 63-64.
- National Electrical Manufacturers Association: NEMA NU 1-1994: Performance measurements of scintillation cameras. <http://www.nema.org/stds/nu1.cfm>. Rosslyn: National Electrical Manufacturers Association, 1994.

DIEZ REGLAS SIMPLES PARA ESTUDIANTES QUE INICIAN UN POSTGRADO*

TEN SIMPLE RULES FOR STUDENTS ENTERING A POSTGRADUATE PROGRAM*

JENNY GU¹; PHILIP E. BOURNE²

Adaptación:

NIDIA B. BENÍTEZ³; KARINA NÚÑEZ⁴; ANDREA WEILER⁴; DANILO FERNÁNDEZ RÍOS³

¹University of Texas, Medical Branch, Galveston, Texas, U.S.A.

²University of California, San Diego, La Jolla, California, U.S.A. E-mail: bourne@sdsc.edu

³Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN), Universidad Nacional de Asunción (UNA). E-mail: biotecnologia@facen.una.py

⁴Coordinación de Postgrado e Investigación, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. E-mail: bioconservacion@facen.una.py

Resumen: Se proponen aquí diez acciones y actitudes que debe tomar todo estudiante graduado que planea entrar en un programa de postgrado.

Palabras clave: Programa de postgrado, estudiante nuevo, educación, investigación.

Abstract: Ten actions and attitudes to be taken by every graduate student planning to enter a postgraduate program are proposed here.

Keywords: Postgraduate program, new student, education, research.

INTRODUCCIÓN

Decidirse a hacer un postgrado es una cuestión muy importante. Si usted ya tomó esa decisión o está a punto de hacerlo, este es un buen momento para considerar las opciones a fin de ser un alumno exitoso. Aquí le presentamos algunos pensamientos de alguien que conserva frescos estos recuerdos en su mente (JG) y de alguien que ha tenido toda una carrera para reflexionar sobre las buenas y malas decisiones tomadas durante el posgrado (PEB).

Estos pensamientos de un orientador/tutor y una ex estudiante tomados en conjunto representan experiencias que abarcan 25 años o más, y que por practicidad son agrupadas en diez reglas simples, en orden de prioridad definido por estudiantes de post-

grado consultados en los EE.UU. Esperamos, sin embargo, que las reglas sean válidas globalmente, a pesar de que la duración, el método de evaluación y la estructura institucional de los postgrados varíe ampliamente. Estas reglas fueron pensadas como un complemento de editoriales anteriores que cubren otras áreas del desarrollo profesional (Bourne 2005 y 2007; Bourne & Chalupa 2006; Bourne & Friedberg 2006; Bourne & Korngreen; Erren & Bourne 2007; Vicens & Bourne 2007).

Regla 1: Deje que la pasión sea la fuerza que lo guíe al éxito

Como con tantas otras cosas en la vida, su corazón antes que su mente debe dictar qué proyecto de tesis desea llevar a cabo. Que usted de lo mejor de sí en su trabajo de tesis requiere que sea apasionado por lo que hace. Un postgrado es una inversión y un compromiso de hasta 7 años, una porción significativa de su vida, así que use el tiempo sabiamente. El sistema educativo de postgrado provee una variedad de oportunidades de aprendizaje dependiendo de en

*Citación: Gu J, Bourne PE (2007) Ten Simple Rules for Graduate Students. PLoS Comput Biol 3(11): e229. doi:10.1371/journal.pcbi.0030229. Artículo original publicado el 30 de noviembre de 2007. Copyright: © 2007 Gu y Bourne. Este es un artículo de acceso libre distribuido bajo los términos de Creative Commons Attribution Licence, el cual permite uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que el trabajo original sea apropiadamente citado.

qué parte del mundo esté estudiando.

Las pasantías laborales y otras formas de aprendizaje no deben ser descuidadas, ya que son oportunidades de involucrarse en el trabajo y medir su pasión en una determinada área. También son una oportunidad de poner a prueba su aptitud para la investigación. ¡Aprovéchelas! La investigación es muy diferente de las asignaturas. Si no le entusiasman la investigación y el proyecto seleccionado, no los haga; reevalúe sus decisiones.

Regla 2: Seleccione el Orientador, el Proyecto y el Laboratorio correctos

Encontrar al orientador/tutor adecuado puede ser difícil, ya que no siempre es posible saber quién es el orientador más apropiado para uno hasta haber empezado a investigar. Algunos prefieren trabajar de manera independiente; otros, sin embargo, prefieren una crítica significativa y una supervisión constante. Hable con otros alumnos del postgrado y recoja sus experiencias acerca del trabajo de tutoría del orientador seleccionado. A veces, otros investigadores pueden ser muy importantes. ¿Qué tipo de orientación es probable que ofrezca un determinado profesor? Juzgue, lo mejor posible, si el ambiente en general será adecuado para usted.

Un elemento clave a tener en cuenta es la posición de su orientador dentro de su área de investigación. Cuando se gradúe, el laboratorio del que se gradúe jugará un rol a la hora de determinar qué oportunidades existen para su trabajo posdoctoral, ya sea en la academia, en la industria, o en otros sectores. Su orientador propuesto debe estar muy entusiasmado con el proyecto de tesis que discutan. Si no lo está, tiene el orientador y/o el proyecto equivocados. Al mismo tiempo, esté consciente de que ese entusiasmo, por experimentado que sea el orientador, puede no ser apropiado en lo que concierne a sus intereses.

Evalúe la novedad del proyecto de investigación y el potencial de publicación de artículos de alta calidad. Haga su propia revisión de antecedentes, a través de la lectura de investigaciones publicadas previamente y de conversaciones con otros científicos de áreas relacionadas. También considere si

el proyecto puede ser completado razonablemente en el tiempo asignado antes de la graduación. Para impulsar su carrera, usted quiere terminar un postgrado como un individuo reconocido habiendo hecho una contribución científica significativa. Por lo tanto, es absolutamente crítico que se tome el tiempo de encontrar un orientador y un proyecto que puedan cumplir con este objetivo.

Regla 3: El pensamiento independiente es una marca del verdadero científico

Sin importar sus hábitos de trabajo iniciales y cuánto depende de su orientador (Regla 2), eventualmente tendrá que ser más independiente que cuando comenzó el postgrado. Cuanto más temprano comience a ser independiente, mejor. La independencia jugará un rol crítico en su carrera como científico innovador. Defina su propio proyecto de investigación tanto como le sea posible enfocándose en producir una contribución científica única y significativa.

Elabore su propio calendario de actividades relacionadas con la tesis, a fin de cumplir con los plazos del programa de postgrado, y previendo siempre un tiempo razonable para que su orientador realice una lectura y revisión exhaustiva de todos los documentos relativos a su tesis, y que usted tenga tiempo de corregir los manuscritos antes de ser entregados para su evaluación.

Regla 4: Recuerde, en la vida todo se trata de equilibrio

Tómese el tiempo para cubrir sus propias necesidades. Los programas de postgrado son muy exigentes, tanto física como mentalmente. La salud es lo primero, gaste el tiempo necesario para mantenerse sano, de lo contrario podrá perder mucho más tiempo si se enferma. El trabajo debe ser equilibrado con otras actividades que usted disfrute y le brinden un descanso. Estas actividades pueden volverse importantes en su futura carrera científica. Las colaboraciones a veces comienzan, no por un interés científico compartido inicialmente, sino por compartir pasatiempos u otros intereses.

Regla 5: Adelántese y desarrolle su carrera profesional temprano

Podemos analizarlo en dos partes. La primera se relaciona con el desarrollo profesional. Ser un científico exitoso es más que solamente hacer buena ciencia. Usted necesita poder escribir buenos artículos, presentar solicitudes convincentes de becas y subvenciones, hacer presentaciones impactantes, y comunicarse y colaborar con otros investigadores.

Los artículos de la serie **Diez Simples Reglas** son un comienzo (Bourne 2005 y 2007; Bourne & Chalupa 2006; Bourne & Friedberg 2006; Bourne & Korngreen; Erren & Bourne 2007; Vicens & Bourne 2007), pero usted necesita trabajar en el desarrollo de estas habilidades al mismo tiempo en que trabaja en su tesis. La segunda parte involucra usar estas habilidades emergentes para descifrar qué hacer en el postgrado. No espere a graduarse para tomar el siguiente paso. De ser posible, tenga una beca de investigación esperándolo.

Regla 6: Manténgase enfocado en su hipótesis y evite que lo retrasen

La formulación de hipótesis es la primera cosa que aprenderá en cualquier curso básico de metodología científica, pero aún así, a veces, debe desecharla. Cuando se encuentre perdido en los detalles de su investigación, deténgase y revise el contexto. Reevalúe su hipótesis cada cierto tiempo para ver si aún tiene sentido, porque podría descubrir que necesita una nueva. Siempre tenga esto en mente en sus discusiones con su orientador. Defina, al inicio, el alcance de su proyecto con su orientador y acuerde con él que eso es lo que intentará hacer para recibir su título. Tiene una carrera por delante que le espera más allá del laboratorio y de sus días de estudiante de postgrado. No postergue su avance hacia nuevos desafíos.

Regla 7: Aborde los problemas más tarde que temprano

Si el postgrado no fue precisamente lo que usted esperaba que fuera, científicamente o en cualquier otro sentido, averigüe cuáles son sus opciones para abordar el problema. Discuta estos problemas con

sus orientadores. Un buen orientador no está sólo para guiarlo en la parte científica, sino también en su desarrollo profesional. Recuerde, ellos estuvieron en su lugar antes y es probable que hayan tenido los mismos problemas con alumnos anteriores. Tome un tiempo para reflexionar sobre su futuro si es necesario. Un buen orientador entenderá que usted está primero.

Regla 8: Comparta su éxito científico con el mundo

Ser reconocido por sus pares como alguien que hace buena ciencia es importante tanto en su ámbito institucional como el nacional y el internacional. Cuando se presentan oportunidades de dar seminarios y presentaciones a otros grupos, tómelas. Antes de empezar con un orientador, llegue a un acuerdo sobre cuándo y a qué reuniones puede asistir local y globalmente. Las reuniones científicas son un lugar ideal para un intercambio fructífero y divertido. Asegúrese de aventurarse más allá de su zona de confort con caras conocidas, porque es importante conocer a otros colegas en su campo. Estas personas pueden ser sus futuros colaboradores, amigos, defensores, y empleadores.

Regla 9: Construya confianza y resistencia a la crítica

A medida que construye el camino a la fama científica con la Regla 8, **espere que su trabajo sea criticado**, ya que eso es parte del proceso científico de desafiar a las ideas nuevas. Aprenda a recibir críticas a su trabajo y a ser crítico con el trabajo de los otros, ya que esto es parte de ser un buen científico. La mejor forma de construir autoconfianza es estar preparado y presentar su trabajo claramente, con una exposición segura, demostrando su amplio conocimiento de los trabajos relevantes relacionados a su tema.

No se deje intimidar por los científicos famosos que cuestionen su trabajo; conteste al conocimiento con conocimiento. Otra razón para trabajar en su entereza es el hecho de que el camino al éxito no estará exento de dificultades—existen experimentos que fallan, o experimentos concluidos que

no producen un resultado útil, resultando en una importante pérdida de tiempo. La educación de grado usualmente es mucho más estructurada y no lo prepara para estas dificultades. Aprenda lo más que pueda de estas situaciones tanto sobre ciencia como sobre usted mismo y siga adelante.

Regla 10: Ayude a seleccionar y posteriormente involucre a su comité de tesis

Esta regla depende en cierta medida de cómo está estructurada su institución. Algunas no convocan un comité de tesis hasta cerca del final de su trabajo. Para las instituciones que requieren que un comité de tesis se constituya temprano, hable con su orientador e involúcrese en el proceso de selección.

El comité está ahí para trabajar para usted como orientadores secundarios. Considere a gente cuya experiencia en investigación será valiosa para usted o que tenga reputación por haber orientado en todas las áreas del desarrollo profesional. Hable con los miembros del comité de tanto en tanto y manténgalos al día sobre lo que hace. En ocasiones, usted y su orientador principal podrían tener desacuerdos; los miembros del comité son invaluable en esas situaciones.

CONCLUSIÓN

Decidirse a hacer un postgrado es una cuestión muy importante. Aquí le presentamos algunos pensamientos de alguien que conserva frescos estos recuerdos en su mente (JG) y de alguien que ha tenido toda una carrera para reflexionar sobre las buenas y malas decisiones tomadas durante el postgrado (PEB). Estas reglas fueron pensadas como un complemento de editoriales anteriores que cubren otras áreas del desarrollo profesional

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Kristine Briedis, Jo-Lan Chung, Ruben Valas, y Song Yang, actuales y pasados alumnos del

Bourne Laboratory, y miembros de los programas de Bioinformática y de Química/Bioquímica de la Universidad de California San Diego, por sus reveladores comentarios sobre estas reglas.

REFERENCIAS

- Bourne, P.E. 2005. Ten Simple Rules for Getting Published. *Plos Comput Biol.* 1(5):e57. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0010057>.
- Bourne, P.E. 2007. Ten Simple Rules for Making Good Oral Presentations. *Plos Comput Biol.* 3(4):e77. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0030077>.
- Bourne, P.E. & L.M. Chalupa. 2006. Ten Simple Rules for Getting Grants. *Plos Comput Biol.* 2(2):e12. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0020012>.
- Bourne, P.E. & I. Friedberg. 2006. Ten Simple Rules for Selecting a Postdoctoral Position. *Plos Comput. Biol.* 2(11):e121. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0020121>.
- Bourne, P.E. & A. Korngreen. 2006. Ten Simple Rules for Reviewers. *Plos Comput. Biol.* 2(9):e110. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0020110>.
- Erren, T.C. & P.E. Bourne. 2007. Ten Simple Rules for a Good Poster Presentation. *Plos Comput. Biol.* 3(5):e102. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0030102>.
- Gu, J & P.E. Bourne. 2007. Ten Simple Rules for Graduate Students. *PLoS Comput. Biol.* 3(11): e229. doi:10.1371/journal.pcbi.0030229.
- Vicens, Q. & P.E. Bourne. 2007. Ten Simple Rules for a Successful Collaboration. *Plos Comput. Biol.* 3(3):e44. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pcbi.0030044>.

DIEZ REGLAS SIMPLES PARA INTEGRAR LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN*

TEN SIMPLE RULES TO COMBINE TEACHING AND RESEARCH*

AUTORES: QUENTIN VICENS¹, PHILIP E. BOURNE²

Traducción, revisión y adaptación:

NIDIA B. BENÍTEZ³; DANILO FERNÁNDEZ RÍOS³, ROSA OVIEDO DE CRISTALDO⁴

¹Universidad de Colorado, Boulder, Colorado, Estados Unidos.

²Skaggs School of Pharmacy and Pharmaceutical Science, University of California San Diego, La Jolla, California, United States of America

³Coordinación Biotecnología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. E-mail: biotecnologia@facen.una.py

⁴Docente Investigador, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Dirección General de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Asunción. E-mail: rosa.cristaldo@gmail.com

Resumen: Se proponen aquí diez acciones y actitudes que debe tomar todo estudiante graduado que planea entrar en un programa de postgrado.

Palabras clave: Programa de postgrado, estudiante nuevo, educación, investigación.

Abstract: Ten actions and attitudes to be taken by every graduate student planning to enter a postgraduate program are proposed here.

Keywords: Postgraduate program, new student, education, research.

INTRODUCCIÓN

Lindley J. Stiles en sus últimos años se hizo un famoso defensor de la docencia durante su profesorado en la Universidad de Colorado: “Si su objetivo es un mundo mejor, debe estar de acuerdo en que los mejores deben dedicarse a enseñar” (<http://thebestshouldteach.org/>). De hecho, brindar educación de alta calidad para el ejercicio profesional y la docencia es el primer objetivo de cualquier universidad (Anónimo, 2007). Ergo, a la hora de aplicar a la mayoría de los puestos de trabajo disponibles en instituciones académicas, la docencia es un requisito importante. Aún así, los programas de educación superior ofrecidos a los estudiantes de doctorado no incorporan necesariamente prácticas docentes. Le

ofrecemos 10 reglas simples que pueden ayudarle a prepararse para el desafío de enseñar y a la vez mantener la serenidad.

Regla 1: Presupueste estrictamente su tiempo de docencia y de investigación

Esta regla puede parecer obvia, pero respetarla en realidad requiere más disciplina y habilidad de lo que parece de buenas a primeras. La clave es apartar tiempo para ambas actividades desde el principio, con una separación bien marcada (por ejemplo, las mañanas serán dedicadas a la preparación de las clases, las tardes a los experimentos y la redacción de manuscritos). Aférrese firmemente a esta agenda, particularmente si esta es su primera vez como docente. El no hacerlo eventualmente afectaría la calidad de su docencia o el progreso de sus investigaciones, o ambas cosas.

Con el paso del tiempo, usted se volverá más hábil a la hora de saltar de un compromiso a otro, y así dejar que las barreras fluctúen un poco. Evite subestimar el tiempo necesario para cumplir obligaciones requeridas con la docencia (por ejemplo

*Citación: Vicens Q, Bourne PE (2009) Ten Simple Rules To Combine Teaching and Research. *PLoS Comput Biol* 5(4): e1000358. doi:10.1371/journal.pcbi.1000358. Artículo original publicado el 24 de abril de 2009. Copyright: © 2009 Bourne, Vicens. Este es un artículo de acceso libre distribuido bajo los términos de Creative Commons Attribution Licence, el cual permite uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que el trabajo original sea apropiadamente citado. No se recibió financiamiento específico para este trabajo.

horas de oficina, preparación de exámenes, calificación, etc.) consultando con sus colegas.

Regla 2: Fije metas específicas de docencia e investigación

De manera que, una ocupación no domine a la otra, lo que transgrediría la Regla 1. Es buena idea decidir sobre objetivos específicos para cada actividad. Compile una lista de objetivos razonables pero específicos a largo plazo (para el mes o el semestre) y a corto plazo (para la semana) tanto para su docencia (por ejemplo terminar el capítulo 3 para el 1 de Noviembre; esa semana proponer una discusión para que los estudiantes realicen una tormenta de ideas sobre los riesgos de los OGM) y su investigación (por ejemplo, finalizar experimentos para este proyecto y empezar a escribir antes de los feriados; esta semana hacer el control para el primer ensayo vinculante).

Asegúrese de lograr esos objetivos. Si no lo hace, es probable que ocurra al principio, pregúntese qué tan legítimas son sus razones para no haberlo hecho. Luego revise y ajuste los objetivos de acuerdo a los resultados de su análisis.

Regla 3: No reinvente la rueda

Pedimos prestado el título de esta regla de las excelentes sugerencias sobre *Cómo preparar nuevos cursos manteniendo la cordura (How To Prepare New Courses While Keeping Your Sanity) (Brent & Felder, 2007)*. Seguramente, usted no será el primero en enseñar sobre un tema en particular. Así que póngase en contacto con los colegas de su departamento que hayan enseñado la clase que usted enseñará, o que enseñan sobre temas similares. También puede contactar a colegas o amigos en otras instituciones. Usualmente estarán felices de compartir sus materiales didácticos, y a lo largo del camino podría también recoger preciosos consejos de su experiencia docente (por ejemplo: una lista de qué hacer y qué no a la hora de enseñar un tema particularmente difícil). También aprenderá mucho asistiendo a una de las clases de sus colegas y observando cómo manejan el tema y su grupo.

Aquí hay más ejemplos de formas de ahorrar

tiempo:

1. Escoja un libro de texto que esté acompañado de recursos online tales como figuras comentadas, presentaciones (diapositivas), animaciones y videos. Los alumnos le agradecerán por mostrar películas, por ejemplo, ya que a menudo son una mejor opción a la hora de fragmentar mecanismos o secuencias de eventos complejos en pequeños pasos.
2. Administre un sitio web para su curso. Muchas universidades y algunos libros de texto ahora ofrecen la posibilidad de alojar un sitio web con los materiales del curso, incluyendo evaluaciones corregidas automáticamente. Vea, por ejemplo, la *suite CULearn* utilizada en la Universidad de Colorado (<http://www.colorado.edu/its/culearn/>), o las herramientas de calificación automática más generales presentadas en <http://ctl.stanford.edu/Tomprof/postings/227.html>.
3. Reúna un equipo sólido de asistentes que sirvan de intermediarios entre usted y sus alumnos y le ayuden a calificar. ¡No tenga miedo de pedir ayuda!

Regla 4: No intente explicarlo todo**

El tiempo de clase debe ser utilizado en guiar a los alumnos para que creen su propia explicación del material y desarrollen habilidades cognitivas que les ayudarán a pensar críticamente. En otras palabras, usted no debe presentar todos los aspectos relacionados con cierto tema o darles todas las explicaciones. Así, una forma efectiva de enseñar es hacer que los alumnos aprendan a través del aprendizaje transformativo: más allá de memorizar y comprender conceptos básicos, aprenderán a reflejar lo que aprendan y cómo lo aprendan (vea por ejemplo http://en.wikipedia.org/wiki/Transformative_learning y las referencias incluidas).

Tales prácticas de docencia requieren que una parte significativa del proceso de aprendizaje ocurra fuera del aula, a través de lecturas asignadas, tareas, ensayos, etc. Asegúrese de presupuestar

**[Nota de los traductores: Se recomienda la obra: Feynman RP. The pleasure of finding things out. Robbins J, editor. New York: Basic Books; 2005. Existe una entrevista de la BBC con el mismo título (1981). Nos cuenta cosas sobre su vida, pensamientos y algunas de sus aventuras mientras participaba en el Proyecto Manhattan, cuando se divertía -y escandalizaba- descifrando las claves de cajas fuertes, o cómo se inició, siendo un niño, en el estudio de la naturaleza que terminaría ocupando toda su vida].

tiempo para organizar estas actividades, como fue especificado en la Regla 2. Recuerde que al final esta será una situación favorable para ambas partes; usted ahorrará tiempo no teniendo que intentar que todo el contenido quepa en su clase, y los alumnos aprenderán a encontrar respuestas a partir de su propio razonamiento.

Regla 5: No tenga vergüenza de incluir sus propios temas de investigación en sus clases.

Esta es otra gran forma de ahorrar tiempo, y el título de esta regla fue en realidad tomado de Confesiones sobre el estrés y el tiempo: pensamientos para la universidad (*Confessions about Stress and Time: Thoughts for Faculty*), disponible en inglés en <http://www.colorado.edu/ftcp/publications/confessions.html>.

Los alumnos quieren saber cómo se relaciona lo que usted enseña con el mundo a su alrededor. También quieren saber qué pasa en la ciencia en la actualidad, así que esta es la parte en la que usted puede alimentarles con algunos de sus temas de investigación de interés (para ver algunos ejemplos de cómo los investigadores alrededor del mundo integran sus investigaciones en la clase, vea la sección especial de la edición del 6 de julio de 2007 de la revista *Science* titulada El mundo de la educación de alumnos de grado (*The World of Undergraduate Education*) (Mervis, 2007).

Los alumnos recibirán cálidamente estas conexiones, especialmente en un curso introductorio o en un curso para no especialistas. Además, sentirán la pasión que la ciencia le inspira. En cuanto a usted, podría sentir que preparar los materiales para su clase será más fácil (porque usted ya maneja bien el tema), y podría aprender a sentirse más cómodo a la hora de presentar sus investigaciones en un lenguaje más llano.

Regla 6: Maximice su desarrollo profesional incluyendo sus investigaciones en su docencia

Como una suerte de seguimiento a la Regla 5, presentar sus investigaciones en clase podría traerle un sólido retorno de su inversión. Por ejemplo, la docencia le da exposición; hablar sobre sus in-

vestigaciones podría ayudarle a reclutar alumnos motivados para su laboratorio, lo que le ayudará a avanzar en su trabajo investigativo, posiblemente llevándolo hacia nuevas direcciones.

Paralelamente, también podría usar sus investigaciones para desarrollar un curso innovador y tal vez evaluar el aprendizaje de sus alumnos de un modo que podría ser publicado en una revista sobre ciencias de la educación. Otra opción sería escribir o editar un libro, o contribuir un capítulo en un libro de alguien más que eventualmente daría como lectura asignada en su clase.

Por otro lado, hay sabiduría en las multitudes. Considere hacer que los estudiantes revisen aspectos de sus investigaciones que quepan en el curso y obtenga críticas sobre las mismas. Se sorprenderá de la información útil que puede salir de las críticas de los estudiantes sobre un manuscrito o sus propuestas para nuevos experimentos.

Regla 7: Priorice

Una parte significativa de organizar sus prioridades una vez que acepta la responsabilidad de enseñar e investigar a la vez es darse cuenta de que su lista de “cosas que en principio le gustaría hacer pero no tendrá tiempo de hacer” se alargará. Tal vez le gustaría responder personalmente a todos los estudiantes que le escriban sobre cualquier problema que tengan, pero, siendo realistas, eso no puede pasar. En lugar de eso, una solución sería enviar una devolución general en respuesta a las preguntas comunes y escribir respuestas breves ocasionalmente.

A medida que avance su habilidad para combinar la docencia y la investigación, podrá retomar progresivamente actividades como dar una leída rápida a la literatura científica más reciente y asistir a seminarios y conferencias más seguido. Pero recuerde que no importa cuán hábil sea a la hora de organizar su tiempo para la docencia y la investigación, aún se enfrentará a exigencias de ambas que entren en conflicto, y deberá seguir priorizando cuidadosamente entre las actividades de una y otra. Al final, esto implicará a veces aprender a decir no a la hora de decidir tomar una nueva tarea que inequívocamente entraría en conflicto con su agenda

de investigación y docencia vigente.

Regla 8: Balancee sus deberes administrativos con sus labores de docencia y de investigación

Su responsabilidad como docente y como investigador es ser tan productivo como pueda en ambas áreas, al mismo tiempo. Esto es lo que sus colegas y el consejo directivo de su unidad académica esperarán de usted a la hora de evaluarlo para un nombramiento. Hacer algún servicio en su comunidad (por ejemplo ser parte de las reuniones de comités, o de algún club científico local) también cuenta, pero no tanto. En consecuencia, rechazar otra oferta de organizar una serie de seminarios, o editar el periódico de su departamento, es legítimo si reduce su productividad. De la misma manera, mantenga en mente su capacidad de ascender en su carrera a la hora de considerar la posibilidad de contraer más responsabilidades.

Regla 9: Comience a enseñar temprano

Esta será la mejor manera de exponerse a algunas de las dificultades mencionadas en las otras Reglas. Usted puede ver esto como una oportunidad de aprender cómo agregar varias responsabilidades de manera gradual en lugar de hacerlo de manera inmediata (por ejemplo, a la hora de pasar de un posgrado a una posición en una unidad académica universitaria).

Muchas opciones están disponibles para enseñar a nivel de grado (por ejemplo, siendo asistente docente), así como de posgrado (por ejemplo, enseñando medio tiempo en el campus o en una institución local mientras completa su doctorado o posdoctorado). Tal vez necesite ser proactivo a la hora de buscar estas oportunidades, pero un número creciente de universidades e instituciones están desarrollando programas que ofrecen formalmente experiencia docente a graduados y posgraduados (Tahmassebi & Williamson, 2007; Coppola *et al.*, 2007).

Regla 10: Presupueste tiempo para usted también

Se puede acumular mucho estrés de la constante ida y venida entre las exigencias de la docencia y las

tareas de investigación. De manera a poder evacuar una parte de esa tensión, es buena idea reservar un poco de tiempo para usted mismo que pueda pasar con su familia, o para tener un pasatiempo, hacer ejercicio, viajar, etc. Una vida personal insatisfactoria es incompatible con una carrera docente e investigativa eficientes. Consecuentemente, no olvide invertir un poco de energía en cómo balancear ambas áreas.

Finalmente, tenga en mente que su experiencia puede ser una contribución valiosa para la comunidad científica, por ejemplo, en la forma de un reporte de su experiencia docente en el ámbito científico, o de un comentario sobre este artículo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Joe Ma, Clayton Lewis, y Jamie Williamson por la cuidadosa lectura del manuscrito.

REFERENCIAS

- Anónimo. 2007. Those who can teach, should. *Nat. Chem. Biol.* 3(12):737–737. Disponible en: <http://www.nature.com/nchembio/journal/v3/n12/full/nchembio1207-737.html>.
- Brent, R & R.M. Felder. 2007. Random thoughts: How to prepare new courses while keeping your sanity. *Chem Engr Educ.* 41:121–2. Disponible en: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Columns/Newprep.pdf>.
- Coppola, B.P., M.M. Banaszak Holl & K. Karbstein. 2007. Closing the Gap between Interdisciplinary Research and Disciplinary Teaching. *Acs Chem. Biol.* 2(8):518–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/cb7001544>.
- Mervis, J. 2007. Special section—The world of undergraduate education. 371(5837):6381. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/content/317/5834.toc>.
- Tahmassebi, D.C. & J.R. Williamson. 2007. Balancing Teaching and Research in Obtaining a Faculty Position at a Predominantly Undergraduate Institution. *Acs Chem. Biol.* 2(8):521–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/cb700155d>.

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTICULOS CIENTÍFICOS EN LA REVISTA “REPORTES CIENTIFICOS DE LA FACEN”

Guía basada en los requisitos de publicación del Council of Science Editors (CSE)

Reportes Científicos de la FACEN es la revista científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, que publica trabajos científicos en las áreas de Biología, Química, Física, Matemáticas Pura, Matemática Estadística, Geología y Tecnología de Producción. Su edición es semestral y su objetivo general es difundir información científica.

En la revista pueden publicarse artículos originales, artículos de revisión, temas de actualidad reportes de casos, cartas al editor, y comunicaciones cortas (short communications).

CRITERIOS GENERALES DE PUBLICACIÓN

La Revista Reportes Científicos de la FACEN, se reserva todos los derechos de autor (copyright). El material publicado en la revista podrá reproducirse parcial o totalmente con la autorización expresa por escrito del Comité Editorial o el autor del artículo y se debe citar la fuente.

Los trabajos presentados para ser publicados deberán ser inéditos y originales y no podrán presentarse en otra revista mientras dure el proceso de revisión. Los trabajos publicados son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de la revista o de la Institución a la que pertenecen los autores. El idioma oficial de la revista es el español, aunque podrán aceptarse artículos en inglés.

PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS ARTÍCULOS

Los principales criterios para la selección de los artículos son la solidez científica y la originalidad del tema. El proceso de evaluación incluye una primera revisión por el Comité Editorial para determinar si el artículo corresponde a la línea editorial y si cumple con los criterios generales de publicación. Una vez que el artículo se considere pertinente, se someterá a por lo menos dos revisores especialistas en el tema, de cuya opinión depende la aceptación definitiva del artículo. Si existiera una contradicción en la opinión de ambos especialistas, se someterá al Comité editorial o en caso contrario se solicitará una tercera opinión de

un tercer especialista. El dictamen podrá ser aceptado, rechazado o condicionado, que será comunicado por escrito al autor principal en un plazo no mayor de tres meses de la recepción del material original. Si el dictamen es condicionado, el autor deberá remitir la nueva versión impresa y en formato digital en el plazo que se le indique que no podrá exceder de los 30 días posteriores a la recepción de la comunicación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS POR TIPO DE ARTÍCULO

1. Artículo científico original

El investigador principal de una investigación deberá presentar el artículo científico, en formato impreso adjuntando en la primera hoja, la firma de todos los autores, en donde expresen que aceptan la publicación del trabajo en la revista, y una copia en disco compacto dirigido a: Comité Editorial de Reportes Científicos de la FACEN, Dirección de Investigación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay o a nuestra dirección de correo electrónico como archivo adjunto a cinvestigacion@facen.una.py, solicitando acuse de recibo. Debe estar corregido, sin faltas ortográficas o de estilo.

El trabajo científico debe tener un texto variable entre 10 y 25 páginas incluyendo cuadros y figuras y que se deriven de resultados de investigaciones o experimentaciones originales, que sigan la metodología científica y que posean resultados y discusión, y cuando el tipo de trabajo así lo amerite, en base a análisis estadísticos.

El texto debe ser procesado en Microsoft Word 6.0 o inferior con tipo de letra Times New Roman de 12 cpi, escrito a doble espacio. Las tablas y gráficos deben ser procesados en Microsoft Excel 6.0 o inferior, en archivos independientes. Las Figuras y los Gráficos pueden ser remitidos en formato digital jpg en archivos independientes.

El artículo científico debe contener los siguientes apartados: TÍTULO (en español e inglés), AUTORES, INSTITUCIÓN EN LA QUE TRABAJAN LOS AUTORES DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR RESPONSABLE (para la correspondencia), RESUMEN, PALABRAS CLAVES, ABSTRACT, KEY WORDS INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS y LITERATURA CITADA.

1.1. Título: (en español e inglés)

El título, debe dar una idea clara de lo que trata el trabajo. Debe ser breve, preciso y conciso. Debe contener hasta un máximo de 25 palabras. Estará ubicado en la primera página de la publicación. Debajo del título debe figurar el nombre del autor o de los autores; usar el sobrescrito 2 y número sucesivos para indicar, al pie de página, la Institución donde trabajan. Deberá indicarse cuál de los autores será el principal encargado de la correspondencia que habrá entre él y el cuerpo editorial en el proceso de revisión y preedición. A falta de esta información, el cuerpo editorial podrá asumir al primer autor como responsable de la correspondencia.

1.2. Resumen

Debe dar información sobre el propósito u objetivo del trabajo, lugar donde se realizó y los aspectos más destacables de MATERIALES Y MÉTODOS (sólo si es muy importante), RESULTADOS, CONCLUSIONES. No exceder de 150 palabras. La parte de MATERIALES Y MÉTODOS no debe sobrepasar 33 % del resumen. Debe ser redactado a renglón seguido, sin punto aparte, ni subtítulos. Debajo del resumen presentar hasta un máximo de diez palabras clave.

1.3. Abstract

Es el mismo Resumen redactado en inglés y conteniendo hasta un máximo de diez Key Words (Palabras Clave).

1.4. Introducción

En la introducción se debe informar sobre la importancia del tema. El tipo de problema encarado. Citas bibliográficas de trabajos similares o relacionados estrechamente con el tema que apoyan o respaldan el estudio y por último el objetivo del trabajo. Las informaciones, que no son del autor del trabajo, deben estar avaladas por citas bibliográficas. Cuando se hace participar al autor de la cita en la narración, sólo el año va entre paréntesis.

1.5. Materiales y Métodos

Se debe indicar el lugar donde se realizó el trabajo y reportar los datos necesarios y suficientes para que otros investigadores puedan repetir el trabajo o simplemente, verificar las condiciones en que fue realizado el experimento o la metodología seguida. Se presentará con claridad los tratamientos, las variables respuesta o parámetros de evaluación, el diseño estadístico empleado y el número de repeticiones. Se debe explicar cómo estuvo constituida la unidad experimental. Se deberá usar el Sistema Internacional de Medidas (SIU) y sus abreviaciones. Los nombres científicos deberán ser escritos en cursiva, el Género en mayúscula y la especie en minúscula. La primera vez que se nombra a la especie se puede utilizar todo el nombre científico. Las subsiguientes veces se puede utilizar la abreviación, especialmente si hay mucha repetición del nombre.

1.6. Resultados y Discusión

Los resultados deben ser expuestos claramente. Pueden ser presentados Cuadros o Figuras. Los gráficos, fotos, mapas y dibujos se denominarán figuras. Enumerar los cuadros con números arábigos en forma secuencial no importa si pertenecen a MATERIALES Y MÉTODOS o a RESULTADOS Y DISCUSIÓN, lo mismo para las figuras.

El título del cuadro y de las figuras debe ser descriptivo dando idea cabal de lo que se trata y estará ubicado al pie de la figura o del cuadro. El cuadro resumen deberá contener los tratamientos en detalle, con el promedio de las variables respuesta, acompañadas de las letras que indican si las diferencias son significativas o no. Al pie del cuadro se colocarán las aclaraciones de las llamadas hechas en el cuadro. Los cuadros y las figuras deben estar referidas en el texto y ubicados lo más próximo a su llamada. No repetir la información del cuadro con una figura. En la discusión resaltar los logros relacionándolos con los resultados de otros autores. Tratar de explicar el porqué de los resultados obtenidos, haciendo referencia a investigadores especialistas en el tema.

1.7. Agradecimientos

Deben ser breves y dirigidos a personas o entidades sin las cuales el trabajo no hubiera sido posible. Serán incluidas antes de LITERATURA CITADA

1.8. Literatura citada

Hacer un listado, en orden alfabético, de las obras citadas en el texto. Cuando las referencias de un mismo autor coinciden en el año, diferenciarlas con letras seguidas del año.

1.9. Normas para la literatura citada

1.9..1) Libros y Folletos según el formato APA Harvard

AUTOR.//AÑO.//Título: subtítulo.//Edición.//
Local de publicación: Editora.//Número de páginas.//(Serie, nº).

AUTOR DEL CAPÍTULO.//AÑO.//Título del Capítulo.//In: Autor del libro.//Título del libro.//Edición.//Local de publicación: Editora.//Volumen, capítulo y/o página inicial-final de la parte referida.

AUTOR DEL LIBRO.//AÑO.//Título del Libro.//
Local de publicación: Editora.//Capítulo, página inicial-final: Título del Capítulo/parte.

1.9.2) Tesis y Disertaciones

AUTOR.//AÑO.//Título.//Local de publicación.//
Número de páginas.// Tesis/ Disertación (colocar el Grado al que corresponde la tesis)-Institución.

1.9.3) Artículos de Revistas

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la revista, volumen(fascículo): página inicial-final.

1.9.4) Trabajos en Eventos (Congresos...)

AUTOR.//AÑO.//Título del trabajo.//In: Título del Evento, Número, local, año de realización.//Título de la publicación.//Local de publicación: Editora.//Volumen y/o página inicial-final.

1.9.5) Resúmenes de Artículos Científicos

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título del periódico, volumen, fascículo, página inicial-final.///Resumen nº en Título del Abstracts, volumen, fascículo, página inicial-final, año de publicación del Abstract.

1.9.6) CD-ROM

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la Revista, volumen (fascículo): página inicial-final.///Resumen en Título de la Base de Datos en CD-ROM, Vol., año.

1.9.7) Internet

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la Revista, volumen (fascículo): página inicial-final.///Dirección en Internet//Fecha y hora de la consulta realizada.

2. Artículo de revisión

Documento resultado de una investigación donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos

50 referencias.

3. Temas de actualidad

Serán solicitadas por el comité editorial al igual que los artículos de revisión deberán aportar un real interés científico, pero sin la profundidad de análisis crítico que requiere un artículo de revisión. Requiere de un resumen no estructurado, una introducción, texto y conclusiones. Puede incluir no más de cuatro gráficas o figuras. Deberá constar de: 1. Título en español y en inglés (no más de 250 palabras), 2. Resumen y palabras claves, en español y en inglés, 3. Desarrollo del tema, 4. Conclusión, 5. Bibliografía.

4. Reporte de casos

Se describen casos clínicos de uno a tres pacientes o una familia entera. En este caso el texto deberá tener un máximo de 2000 palabras sin incluir referencias. Deberán constar los siguientes puntos 1. Título en español y en inglés, 2. Resumen y palabras claves, en español y en inglés, 3. Una breve introducción, 4. Presentación de los casos, 5. Discusión de caso en base a la literatura y si es posible incluir el diagnóstico diferencial, 6. Referencias (no más de 25), 7. Tablas y figuras, en total tres.

5. Cartas al editor

Son comunicaciones cortas con varios objetivos. 1) Estimular la discusión de los artículos publicados en REPORTE CIENTIFICOS DE LA FACEN. Se invita a la comunidad científica a es-

cribir críticas constructivas no mayores a dos páginas y en un tiempo no mayor a dos meses después de publicado el artículo en cuestión. 2) Comunicación de observaciones científicas breves en las que el autor considere que no se requiere el espacio de un artículo original. En este caso se permitirá un máximo de 3 páginas, una tabla o figura y cinco referencias bibliográficas. La cantidad de autores no deberá exceder de tres, teniendo un autor responsable del cual se enviará la correspondencia.

6. Comunicaciones cortas (short communications)

Comunicaciones que involucran pocos resultados en general preliminares que no alcanzan para una publicación completa (full papers). Estas comunicaciones serán hechas siguiendo los ítems de una publicación completa pero en forma sucinta, de manera que todo el trabajo alcance 3 páginas como máximo. Los demás ítems se harán igual que para una comunicación completa (agradecimiento, bibliografías, figuras).

7. Editorial

Documento escrito por el editor, un miembro del comité editorial o un investigador invitado sobre orientaciones en el dominio temático de la revista.

8. Otras secciones

Resúmenes de congresos, jornadas o reuniones científicas, normas y especificaciones técnicas.

ANEXO I.

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTICULOS CIENTÍFICOS

El investigador principal de una investigación deberá presentar el artículo científico, en formato impreso y en formato electrónico, enviado a la dirección de la revista (reportescientificos@gmail.com), siguiendo las normas contenidas en el presente Anexo.

El artículo científico debe tener un texto variable de 10 a 25 páginas, que deriven de resultados de investigaciones o experimentaciones originales, que sigan la metodología científica y que posean resultados y discusión con base en análisis estadísticos cuando el trabajo lo amerite.

El texto debe ser procesado en Microsoft Word 6.0 o inferior con tipo de letra Times New Roman de 12 cpi, escrito a doble espacio. **El archivo debe ser únicamente de texto y no debe contener figuras, gráficos, ni tablas o cuadros.** En el texto, en los lugares donde deben ir las Figuras (fotos, gráficos y similares) o los Cuadros (Tablas y similares) se colocará con numeración correlativa la Figura o el Cuadro que corresponde. Ej.: Cuadro 1, Cuadro 2; Figura 1; Figura 2.

Los pies de figuras, gráficos, tablas y cuadros deberán ir al final del texto, a continuación del la sección de literatura citada.

Los Cuadros y Figuras se presentarán en archivos separados en numeración correlativa diferenciada para cada uno. Ej. Cuadro 1, Cuadro 2; Figura 1, Figura 2. Los archivos de las Figuras o los Cuadros, deberán denominarse de manera coherente con su numeración, evitando poner nombres específicos. Así, se utilizará la denominación “Cuadro 1” en lugar de “Efectos del extracto de...”; “Figura 1” en lugar de “grafico dosis/efecto”.

Las figuras, gráficos, tablas y cuadros deberán ser remitidos en formato digital en archivos independientes. Los cuadros o tablas en archivos independientes en formato Excell; Cada foto (o lámina ya organizada y armada) en un archivo diferente que debe estar en formato TIF o JPG; los gráficos en en archivos independientes en formato Excel, TIF o JPG; Las imágenes satelitales y mapas en formato TIF o JPG y con respaldo en formato sph o cat. Los archivos se entregan comprimidos en formato RAR o ZIP. Toda imagen debe tener un mínimo de 300 dpi de resolución y proporción máxima de 15 cm de ancho por 21 cm de ancho.

El artículo científico debe contener las partes siguientes: TÍTULO, RESUMEN, ABSTRACT, INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS y LITERATURA CITADA.

1) Título en español e inglés

El título, debe dar una idea clara de lo que trata el trabajo. Debe ser breve, preciso y conciso. Debe contener hasta un máximo de 25 palabras. Estará ubicado en la primera página de la publicación. Debajo del título debe figurar el nombre del autor o de los autores; usar el sobrescrito 2 y número sucesivos para indicar, al pie de página, la Institución donde trabajan. Deberá indicarse cuál de los autores será el principal encargado de la correspondencia que habrá entre él y el cuerpo editorial en el proceso de revisión y preedición. A falta de esta información, el cuerpo editorial podrá asumir al primer autor cómo responsable de la correspondencia.

2) Resumen

Debe dar información sobre el propósito u objetivo del trabajo, lugar donde se realizó y los aspectos más destacables de MATERIALES Y MÉTODOS (sólo si es muy importante), RESULTADOS, CONCLUSIONES. No exceder de 150 palabras. La parte de MATERIALES Y MÉTODOS no debe sobrepasar 33 % del resumen. Debe ser redactado a renglón seguido, sin punto aparte, ni subtítulos. Debajo del resumen presentar hasta un máximo de diez palabras clave.

3) Abstract

Es el mismo Resumen redactado en inglés y conteniendo hasta un máximo de diez Key Words (Palabras Clave).

4) Introducción

En la introducción se debe informar sobre la importancia del tema. El tipo de problema encarado. Citas bibliográficas de trabajos similares o relacionados estrechamente con el tema que apoyan o respaldan el estudio y por último el objetivo del trabajo.

Las informaciones, que no son del autor del trabajo, deben estar avaladas por citas bibliográficas. Cuando se hace participar al autor de la cita en la narración, sólo el año va entre paréntesis. Ejemplo:

- 1- ... académico, utilizando el planteo de Garnica (1987)
- 2- ... las reacciones de recombinación del carbeno CFCL con CF2 y con CFCL Caballero (1999)

Cuando el autor o los autores no participan en la narración entonces tanto el autor o los autores con los respectivos años van entre paréntesis. Ejemplo:

- 1- probablemente como respuesta al cambio de las condiciones hidrogeológicas. Hayes & Fox (1991) y Hayes (1991) mostraron. . . .
- 2- ... Una séptima especie (*Placosoma* sp.) fue registrada mas recientemente (Fariña y Hostettler, 2003) y una octava ...
- 3- ... de la población en el territorio nacional, la cual se estima entre 2500 a 1000.000 individuos (Zarza y Morales, 2007)
- 4- La población indígena y rural utilizan para controlar la fecundidad ... (MORENO AZORERO, 2002; FERNANDEZ Y FRANCO , 2004).

Cuando el trabajo citado tiene más de dos autores se usará el apellido del primero seguido por et al. Ejemplos:

- 1- . . . la segunda interacción directa (Internacional Atomic Energy Agency, 1986; Jianlin et al., 2007)
- 2- FERNANDEZ et al. (2004) encontraron que el principio activo de
- 3- . . . que un echo físico de causa – efecto (Vallerga et al., 2006)
- 4- Variables sea mucho menor que el individuos (Hair et al, 2002; Cuadras Avellana, 1981).

5) Materiales y Métodos

Se debe indicar el lugar donde se realizó el trabajo y reportar los datos necesarios y suficientes para que otros investigadores puedan repetir el trabajo o simplemente, verificar las condiciones en que fue realizado el experimento o la metodología seguida. Se presentará con claridad los tratamientos, las variables respuesta o parámetros de evaluación, el diseño estadístico empleado y el número de repeticiones. Se debe explicar cómo estuvo constituida la unidad experimental. Se deberá usar el Sistema Internacional de Medidas (SIU) y sus abreviaciones. Los nombres científicos deberán ser escritos en cursiva, el Género en mayúscula y la especie en minúscula. Ejemplo: *Bachia bresslaui* . La primera vez que se nombra a la especie se puede utilizar todo el nombre científico. Las subsiguientes veces se puede utilizar la abreviación, especialmente si hay mucha repetición del nombre científico. Ejemplo: *B. bresslaui* Se debe usar símbolos o fórmulas para compuestos químicos, especialmente si hay mucha repetición. Se recomienda usar nombres comunes de ingredientes activos de formulaciones químicas en lugar de nombres comerciales.

6) Resultados y Discusión

Los resultados deben ser expuestos claramente. Pueden ser presentados Cuadros o Figuras. Los gráficos, fotos, mapas y dibujos se denominarán figuras. Enumerar los cuadros con números arábigos en forma secuencial no importa si pertenecen a MATERIALES Y MÉTODOS o a RESULTADOS Y DISCUSIÓN, lo mismo para las figuras. El título del cuadro y de las figuras debe ser descriptivo dando idea cabal de lo que se trata y estará ubicado al pie de la figura o del cuadro. El cuadro resumen deberá contener los tratamientos en detalle, con el promedio de las variables respuesta, acompañadas de las letras que indican si las diferencias son significativas o no. Al pie del cuadro se colocarán las aclaraciones de las llamadas hechas en el cuadro. Los cuadros y las figuras deben estar referidas en el texto y ubicados lo más próximo a su llamada. No repetir la información del cuadro con una figura. En la discusión resaltar los logros relacionándolos con los resultados de otros autores. Tratar de explicar el porqué de los

resultados obtenidos, haciendo referencia a investigadores especialistas en el tema.

7) Agradecimientos

Deben ser breves y dirigidos a personas o entidades sin las cuales el trabajo no hubiera sido posible. Serán incluidas sólo antes de LITERATURA CITADA.

8) Literatura citada

Hacer un listado, en orden alfabético, de las obras citadas en el texto. Cuando las referencias de un mismo autor coinciden en el año, diferenciarlas con letras seguidas del año. Ejemplo: González, A. 1998...; González, A. 1998a...; González, A. 1998b... Seguir lo indicado en el Punto 10 de este documento.

10) Normas para la literatura citada (Observación: Las dos barras (//) significan 2 espacios)

10.1) Libros y Folletos

AUTOR.//AÑO.//Título: subtítulo.//Edición.//Local de publicación: Editora.//Número de páginas.//(Serie, nº).

Ejemplo:

Con menos de tres autores

DI FIORE, M. 1975. Diagnostico histológico. 1ra. Edición. Buenos Aires Argentina. El Ateneo. 87p.

SORIA, N.; BASULDO, I.; Medicina Herbolaria de la comunidad Kavaju Kangué, Departamento de Caazapá Paraguay. Caazapá Paraguay. Edición Silvia Ocampos Araujo. Presidencia de la República. 138p.

Con más de tres autores

Indicación de todos los autores, o indicar los tres primeros separados entre sí por punto y coma (;) seguidos de la expresión et al.

Ejemplo:

ACUÑA, M.; CASTELLÓN, E.; CIFUENTES, L. et al. 1998. Problemas de biología celular. 1998. Primera edición. Santiago de Chile. Editorial Universitaria. 334p.

10.2) Capítulo (o parte) de libros

Con autoría específica

AUTOR DEL CAPÍTULO.//AÑO.//Título del Capítulo.//In: Autor del libro.//Título del libro.//Edición.//Local de publicación: Editora.//Volumen, capítulo y/o página inicial-final de la parte referida.

Ejemplo:

Rozman, K.; Klassen, C. 2005. Absorción, distribución y excreción de las sustancias tóxicas. In: KLASSEN, C.; WATKINS, J. Casarett y Doull fundamentos de toxicología. Primera Edición. España: McGraw-Hill/Interamericana de España. Unidad 2 Capitulo 5, p. 65-76.

Sin autoría específica

AUTOR DEL LIBRO.//AÑO.//Título del Libro.//Local de publicación: Editora.//Capítulo, página inicial-final: Título del Capítulo/parte.

Ejemplo:

MENSUA, J. 2003. Genética problemas y ejercicios resueltos. Madrid España. Person Educación S.A. Capitulo (4) 88-140: Herencia en relación con el sexo: Herencia influenciada por el sexo/Fenotipos de hembras y machos para un carácter influenciado por el sexo.

10.3) Tesis y Disertaciones

AUTOR.//AÑO.//Título.//Local de publicación.//Número de páginas.// Tesis/ Disertación (colocar el Grado al que corresponde la tesis)-Institución.

Ejemplo:

SILGUERO, N. 2009. Algunos modelos matemáticos sobre algunos neurotransmisores y neuromoduladores cerebrales determinación de parámetros por la teoría de curvas Alfa – Densas. 67p. Disertación (Maestría) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Asunción.

10.4) Artículos de Revistas

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la revista, volumen(fascículo): página inicial-

final.

Ejemplo:

ROJAS, H. 2010. Calidad de agua del embalse de Yasreta en la cota de 76 metros sobre el nivel del mar. Reportes científicos de la FaCEN. Vol 1 Nro1 40 – 55. 2010

CABALLERO, N.; CROCE, A.; COBOS, C. 2010. Estudio cinético de la reacción $CF_2 + CF_2 + He$ A 294k. Reportes científicos de la FaCEN. Vol 1 Nro1 3-9, 2010

CABAÑAS, D.; MOLINAS, C.; CABRAL, M.; et al. 2010. Valoración de la calidad de la atención en los servicios de salud infantil según la percepción de usuarias /os en Asunción y departamento Central periodo 2007-2008. Reportes científicos de la FaCEN. Vol 1 Nro1 56-79

10.5) Trabajos en Eventos (Congresos...)

AUTOR.//AÑO.//Título del trabajo.//In: Título del Evento, Número, local, año de realización.//Título de la publicación.//Local de publicación: Editora.//Volumen y/o página inicial-final.

Ejemplo:

SOSA , V.; 2009. Entalpías de formación de nitrocompuestos aromáticos calculada com el modelo AB infinito de Guthrie. In XVII Jornadas de jóvenes investigadores, 1., Concordia Entre Rios Republica Argentina. Libro de Resúmenes. Eduner. 247p.

10.6) Resúmenes de Artículos Científicos

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título del periódico, volumen, fascículo, página inicial-

final.///Resumen nº en Título del Abstracts, volumen, fascículo, página inicial-final, año de publicación del Abstract.

Ejemplo:

GALEANO, ME.; AMARILLA, A.; PARRA, G.; 2007. Productividad científica del Paraguay en el área de biomedicina: un análisis bibliométrico. Memorias del instituto de investigación en ciencias de la salud. Vol 5(1). p26.

10.7) CD-ROM

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la Revista, volumen (fascículo): página inicial-final.///Resumen en Título de la Base de Datos en CD-ROM, Vol., año.

Ejemplo:

TARBUCK, J.; LUTGENS, .F.; 2005. Ciencias De La Tierra. Una Introducción A La Geología Física; Formación de Montañas y Evolución de Continentes. (20): 463-4873. Resumen y Graficas en CD-Rom.

10.8) Internet

AUTOR.//AÑO.//Título del artículo.//Título de la Revista, volumen (fascículo): página inicial-final.///Dirección en Internet//Fecha y hora de la consulta realizada.

Ejemplo:

CHU, Y.; OWEN, R.; GONZALEZ, L.; et al.; 2003 The complex ecology of hantavirus in Paraguay, Trop Med Hyg, (69): 263 - 268. <http://www.ajtmh.org/cgi/content/abstract/69/3/263> ; 10 de septiembre del 2010.; 21:52 hs.

REPORTES CIENTÍFICOS

DE LA FACEN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Rep. cient. FACEN	San Lorenzo (Paraguay)	Vol. 4, Nº 2	julio-diciembre de 2013	ISSN 2078-399X (versión impresa) ISSN 2222-145X (versión online)
-------------------	------------------------	--------------	-------------------------	---

EDITORIAL

- 3-4 **Fredy Julián Gómez Grance.** “El ciclotrón”, otro acelerador de partículas en Paraguay.

ARTÍCULOS ORIGINALES

- 5-10 **Bárbara De Madrignac, Michele Campi, Alma Flecha & Anahí Ortellado.** Nuevos registros del género *Marasmius* (Basidiomycota-Marasmiaceae) para la región de la Reserva Natural Laguna Blanca, San Pedro-Paraguay.
- 11-14 **Alma M. Flecha Rivas, Bárbara De Madrignac, Michelle Campi & Anahí Ortellado.** Nuevo Registro de *Leucoagaricus lilaceus* Singer (Agaricomycetes - Agaricaceae) para Paraguay.
- 15-18 **Michelle Campi, Bárbara De Madrignac, Alma Flecha, Anahí Ortellado & Miguel Ángel Gullón.** *Gastrum violaceum* Rick (Gastraceae, Basidiomycota), nuevo registro para Paraguay.
- 19-28 **Cynthia B. Rívela Fretes, Rodrigo G. Gibilisco & Mariano A. Teruel.** Degradación Troposférica del 3-cloro-2-metil-1-propeno: Coeficientes de velocidad con radicales OH y átomos de cloro a presión atmosférica y 298K.
- 29-42 **F. J. Gómez Grance, J. A. Jara Yorg, M. Duarte, M. A. Jara & R. Gaona.** Control de calidad en un centro de diagnóstico y tratamiento de medicina nuclear, mediante la implementación de instrumentales elaborados en el Laboratorio de Ciencias Radiológicas e Imagenología (LCRI) de la FACEN.

TEMAS DE ACTUALIDAD

- 43-46 **Jenny Gu & Philip E. Bourne.** Diez reglas simples para estudiantes que inician un postgrado.
- 47-50 **Quentin Vicens & Philip E. Bourne.** Diez reglas simples para integrar la docencia y la investigación.

COMUNICADOS DEL CUERPO EDITORIAL

- 51-58 Guía para la presentación de artículos científicos en la revista “Reportes Científicos de la FaCEN”.

