

Ciencia y Tecnología



UNAH
DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y POSGRADO

Publicación Bianaual de la Dirección de Investigación Científica de la
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Número 13, Diciembre 2013
ISSN: 1995 - 9613



Investigación, ciencia y tecnología e innovación

Ciencia y Tecnología

Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Dirección de Investigación Científica y Posgrado

Número 13, diciembre 2013
ISSN: 1995-9613

Rectora

Julieta Castellanos

Vicerrectora Académica

Rutilia Calderón

Directora de Investigación Científica y Posgrado

Leticia Salomón

Dirección Conjunta

Leticia Salomón

Nitzia Vásquez

Consejo Editorial

Gerardo Borjas

Ivette Lorenzana

Norma Lagos

Departamento de Documentación e Información

Nitzia Vásquez

investigacionunah.informa.nv@gmail.com

Yeny Karolina Herrera

investigacionunah.informacion.kh@gmail.com

Leda Chávez

investigacionunah.informa.lc@gmail.com

La Dirección de Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) es la instancia normativa del Sistema de Investigación Científica encargada de velar por la aplicación de políticas, planes, programas, proyectos y acciones destinados al desarrollo de la investigación científica con calidad.

Edificio CISE, 3er. piso

Tel: (504) 2231-0678 o Ext. 151

www.unah.edu.hn

Fotografía de Portada: Nitzia Vásquez

Esta es una publicación bianual de la Dirección de Investigación Científica.

El contenido de cada artículo es responsabilidad de su autor.

La suscripción de esta publicación es gratuita, solamente se cobrará el costo de envío.

Contenido

Tema Central

Innovación + Educación = Desarrollo ($I+E=D$) Rafael Núñez Solórzano	3
---	---

Diálogo Abierto

Entrevista a Raul Zelaya y Mario Lanza “Investigación, ciencia y tecnología e innovación”	11
--	----

Diversidad Temática

Conocimiento tradicional de los hongos en el occidente de Honduras Elia Sarmiento, Gustavo Fontecha	19
<i>Staphylococcus aureus</i> y resistencia antimicrobiana en dos hospitales de Tegucigalpa, 2011-2012 Lelany Pineda-García, Edgardo Tzoc, Linda Herrera, Celeste Galindo, María Félix Rivera	30
Estimación de daños y pérdidas por desastres de origen natural durante el año 2010 para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, Honduras Oscar Elvir, Skarleth Motiño, Pablo Domínguez	41
FcyRIIA-131 asociado a casos severos de dengue en Honduras Cynthia Rodríguez, Ivette Lorenzana de Rivera	67
Situación de la formación profesional y la organización gremial del trabajo social en Honduras María Victoria Ponce Mendoza, Deisi Noemí Gallardo López	81
Determinación del potencial de generación de energía renovable en la UNAH Nabil Kawas, Edgar Josué Mejía Escobar, Germán Joaquín Gómez Canales	96
Contribución al estudio de las corrientes parásitas en un anillo de Thomson Felipe Garay, Víctor Armijo, Sergio Serrano	110
Estudio de las corrientes inducidas en bobina móvil pasando por un electroimán. Análisis de pérdidas por calor de joule Felipe Garay	124

Notas Informativas

Criterios para la publicación en la revista Ciencia y Tecnología	139
--	-----



Tema
Central

Innovación + Educación = Desarrollo (I+E=D)

Rafael Antonio Núñez Soriano¹

En la actualidad se han identificado diversos factores claves para el crecimiento económico de los países en desarrollo, entre los cuales podemos mencionar algunos elementos que no son novedosos para el ser humano desde su creación, porque hablamos de la investigación y la innovación, que son principios que el hombre ha venido implementando a lo largo de la historia; por ejemplo, aprender a trabajar la tierra con sus manos y la domesticación de animales, la fabricación de automóviles eléctricos usando la tecnología disponible en internet o sensores que trabajan a través de algunas funciones corporales suministrando insulina cuando el cuerpo lo necesita. Pero, la investigación, el desarrollo y la innovación, como conjunto, son conceptos de reciente aparición, aunque son actividades que el ser humano ha venido practicando por muchos años.

Ha sido mediante la innovación y la investigación practicada de manera empírica, que el ser humano desarrolló la mayoría de los descubrimientos que llevaron a la sociedad de niveles de cacería y agricultura simple, hacia un nivel de desarrollo que con el tiempo le facilitó muchos procesos, hasta llegar, a través de los estudios y preparación, a desarrollar la investigación científica que en la actualidad conocemos y de la cual nuestra sociedad goza de muchos beneficios.

El término innovación, según el Diccionario de la Real Academia Española, es la creación o modificación de un producto y su introducción en un mercado. Según Rivas Navarro (2000),² la palabra innovación proviene del latín *innovatio*, que quiere decir introducir una cosa nueva para reemplazar cualquier otra antigua. *Novo* (*novare*) también significa innovar y renovar.

En general, la traducción lleva a concluir que el ser humano observa, analiza y trata de cambiar algo, este puede ser un producto, un servicio, parcial o totalmente para desarrollar una nueva forma o un nuevo artículo que le brinde más comodidad, facilidad o simplemente una sensación nueva y diferente de usarlo.

De acuerdo a diferentes autores, se puede hacer una comparación del por qué la innovación es importante para el desarrollo. Según Peter Drucker (1985):³ “La

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Económicas, Coordinador Académico Departamento de Administración de Empresas. Correo electrónico: rafael.nunez@unah.edu.hn.

² Rivas Navarro, M. (2000). *Innovación Educativa: Teoría, procesos y estrategias*. España: Editorial Síntesis, S.A.

³ Peter F. Drucker. (1985). *The Discipline of Innovation*.

innovación crea un recurso que no existe hasta que el hombre encuentra la aplicación de algo natural y entonces la dota de valor económico”.

Siguiendo a Drucker, es posible afirmar que la innovación es el medio por el cual una persona o empresa crea nuevos recursos o dota de los recursos existentes con mayor potencial para lograr satisfacer o crear una necesidad en la sociedad; dicho de otra forma, no solamente está relacionada con la creación de nuevos productos y procesos, sino también con la introducción de pequeños cambios que afectan el funcionamiento de los productos ya existentes.

La innovación es sinónimo de desarrollo. Desde la creación del mundo, el hombre innovó en sus cultivos, en sus armas, en su vestido y en cada etapa de la vida estamos innovando de alguna manera; así, los bebés lo hacen en cada momento de su vida, con cada objeto que descubren; cuando somos niños innovamos en los estilos de juego, de aprendizaje; cada uno crea, adapta o desarrolla una forma particular de hacerlo.

El ser humano es innovador por instinto, ya sea en sucesos de buen provecho para la humanidad o en los actos no deseados, como las formas de destruir o hacer daño. Posiblemente, el entorno donde crecemos es determinante para desarrollar en gran medida esta habilidad innata.

Así, durante el desarrollo de la humanidad, los grandes descubrimientos del hombre han sido gracias a esa capacidad o necesidad de innovar; por ejemplo, la creación de los procesos industriales, medios de transporte, de comunicación, etc., cada uno de esos avances ha surgido en la mente de un ser humano por intuición, curiosidad, necesidad o por prueba y error. La innovación no es simplemente un resultado, es parte de un proceso complejo que está compuesto de muchos cambios y actores, que necesita de ciertas y adecuadas condiciones para poder lograr los cambios o mejoras que son acertadas para nuestros deseos o necesidades.

Investigación + Desarrollo + innovación (I+D+i)

En la actualidad cuando se habla de ciencia y tecnología, se escuchamos el concepto I+D+i, que se refiere al proceso mediante el cual los individuos, organizaciones, empresas y países logran desarrollar sus economías por medio de la exploración, diseño, comprobación, implementación, mejora o creación de nuevas formas de hacer las cosas o nuevas maneras de usar ciertos objetos o

componentes de los mismos.

Para lograr tener un nivel de medición, cuando hablamos de I+D+i, en un país, se puede conocer la cifra del índice mundial de innovación (GII)⁴ 2013, publicado por el INSEAD The Business School for the World (Escuela de Administración de Empresas al Servicio del Mundo), Universidad Cornell y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

Es interesante saber que es posible medir a un país por medio de este indicador, pero a la vez es inquietante conocer en qué posición se encuentra nuestro país. Al respecto, de un total de 142 países, Honduras se encuentra en la posición 107, superando solamente a Nicaragua en cuanto a los países de la región y siendo superado por la mayoría de los países de Centroamérica y el Caribe, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Ranking del índice de innovación global de la región Centroamérica y el Caribe⁵

Clasificación	País	Puntuación	Rango porcentual
39	Costa Rica	41.5	94.3
79	República Dominicana	33.3	80.3
81	Trinidad y Tobago	33.2	40.4
82	Jamaica	32.9	54.6
86	Panamá	31.8	10.6
87	Guatemala	31.5	53.9
88	El Salvador	31.3	43.9
102	Belice	30.0	34.7
107	Honduras	28.8	19.1
115	Nicaragua	27.1	12.0

Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), el índice mundial de innovación 2013 comprende 142 economías de todo el mundo y en él se utilizan 84 indicadores relativos a la calidad de las principales universidades, la disponibilidad de microfinanciación y los acuerdos de capital de riesgo; indicadores

⁴ Disponible en: <http://globalinnovationindex.org/>

⁵ The Global Innovation Index 2013. Disponible en: <http://globalinnovationindex.org/>

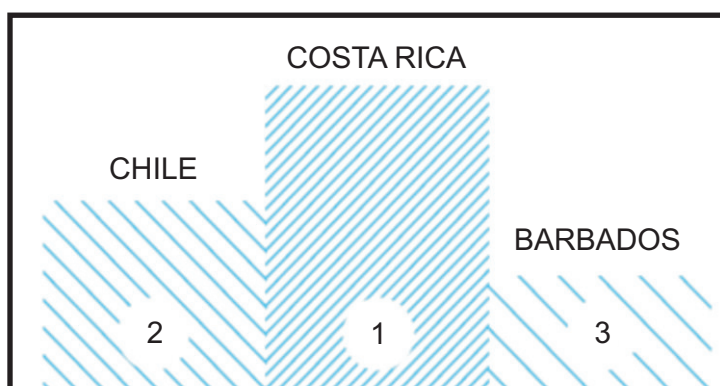
mediante los cuales se evalúan las capacidades y los resultados ponderables en el ámbito de la innovación.

El índice mundial de innovación, que se publica anualmente desde 2007, se ha convertido en el principal instrumento de referencia para ejecutivos, políticos y otras personas interesadas en obtener información sobre el estado de la innovación a escala mundial.

Este índice de innovación global ayuda a crear un entorno en donde el factor innovación es continuamente evaluado. Proporciona una herramienta clave y una rica base de datos para 142 economías, que representan el 94,9 % de la población mundial y el 98,7 % del PIB mundial. El estudio de este factor, durante el 2013, fue focalizado en la función de la ciencia, la tecnología y la innovación y las posibilidades que brinda la cultura para lograr los objetivos de desarrollo del milenio y potenciar el desarrollo sostenible.

De acuerdo a la información que la OMPI publica, en nuestra región tenemos un buen referente, se trata de Costa Rica, que como podemos observar en el gráfico 1, representa a nivel de toda Latinoamérica una excelente posición.

Gráfico 1. Posicionamiento geográfico del GII 2013 para Latinoamérica



Los datos que presenta el GII, muestran cosas en común entre ciertos países que a pesar de no tener economías tan consolidadas desde hace muchos años, han tenido un despegue considerable en poco tiempo, mejorando notablemente su posición en los índices de desarrollo; en ese grupo podemos mencionar, además de Costa Rica en la región centroamericana, a varios países asiáticos. Todos estos países tienen un común denominador a través del cual han logrado éxito y

crecimiento económico, se trata del apoyo que sus gobiernos le han brindado a la educación, que es la razón por la que concluimos que la innovación sumada a la educación, nos da como resultado el desarrollo económico y sostenible de las naciones ($I+E=D$).

La educación científica y el desarrollo de la creatividad, en todos los niveles de escolaridad, desde el sistema básico hasta el superior, es vital para crear o desarrollar una sociedad innovadora, por dicha razón vemos la necesidad de mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos, pero, fundamentalmente, en el nivel superior es perentorio hacer una labor de orientación de las habilidades del capital humano, es decir, redirigir los esfuerzos en cada una de las actividades que las carreras actuales están desarrollando, tecnificando, promoviendo y desarrollando la investigación científica y la creatividad para lograr alcanzar índices más altos en cuanto a competitividad e innovación, esto permitirá la creación y sostenibilidad de más centros de investigación y desarrollo tanto en universidades como en instituciones públicas y privadas.

El desafío radica en transformar las instituciones de educación superior (IES) para que estas se enfoquen primordialmente en promover centros de emprendedurismo, incubadoras de empresas, “start-up, spin-off”, círculos de creatividad, concursos y ferias de ideas innovadoras de negocios, así como la creación, fortalecimiento y difusión de los Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación (CATI); todo con el fin de lograr a través del conocimiento que la academia produce y el apoyo de otros sectores, el desarrollo de nuestra sociedad.

La mayoría de los países desarrollan sus economías basados en el conocimiento y parte de estos en las IES. Todas las instituciones educativas del nivel superior se perfeccionan cuando se relacionan con la sociedad, porque tienen nuevas ideas y la industria requiere de nuevas ideas y la sociedad en general les sacara provecho.

Hasta en los últimos años se le ha dado la importancia merecida a la innovación a través de la investigación y otro tipo de proyectos en la educación superior, este tipo de iniciativas ha sentado las bases necesarias para edificar el desarrollo de nuestro país por medio de la ciencia y la tecnología.

Las IES han redefinido su rol en este tema, trazando una nueva y clara visión al concretar la necesidad de una mayor vinculación de los diferentes entes académicos con las empresas y la sociedad, a través de la conformación del Consorcio de Universidades, con el fin de fortalecer la cooperación interuniversitaria

y fomentar la investigación, desarrollo e innovación. Esta iniciativa de proyecto ha sido promovida por la Dirección de Competitividad e Innovación de la Secretaría de Planificación (SEPLAN).

Además de apoyar la formación del Consorcio de Universidades, el gobierno por medio de SEPLAN y el Consejo Nacional de Competitividad e Innovación (CNCI), recientemente diseñó y publicó la Estrategia Nacional de Competitividad, iniciativa que está orientada a mejorar la situación de Honduras, especialmente a través de dos factores importantes: la eficiencia de los mercados y la innovación productiva.

La Estrategia Nacional de Competitividad tiene como finalidad garantizar la articulación del sector público, el sector privado, la academia, la sociedad civil y los organismos cooperantes, de manera que se involucren integralmente para impulsar la competitividad, la innovación y la mejora de la productividad en nuestro país.

La plataforma para innovar en nuestro país está organizada, pero todavía hay mucho por hacer, ahora necesitamos que los actores entren en acción, se formen, gestionen recursos, unan esfuerzos, conocimientos e inicien una nueva fase y con seguridad encontrarán en las IES lo necesario para poder posicionar a nuestro país en un mejor nivel en el ranking del GII.

Desde la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), a través de las instancias correspondientes como la Dirección de Investigación Científica, el Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la Facultad de Economía, el Centro de Emprendedores de la Carrera de Administración de Empresas y otras Direcciones en las diferentes unidades académicas, estamos dispuestos a contribuir con esta transcendental tarea, en beneficio de nuestra querida patria Honduras.



Diálogo Abierto



Investigación, ciencia y tecnología e innovación

Raúl Zelaya,¹ Mario Lanza²

1. CT/ En su opinión, ¿qué debe hacer la universidad para construir cultura de innovación?

RZ/ El trabajo es integrado en todas las facetas de la universidad. Los profesores deben entender que la instrucción universitaria debe estar enfocada en el análisis de procesos y la reflexión crítica que desarrolle la parte innovadora del cerebro y menos en recetas que el estudiante solamente repita en sus pruebas. Lo anterior es un cambio paradigmático profundo que comienza en el pensamiento de los mismos catedráticos. Luego, el esfuerzo de la universidad en trabajos de vinculación es clave para que la educación sea en base de la realidad nacional y el enfoque en solución de problemas reales, combinado con ambientes de crítica constructiva e investigación aplicada.

ML/ La universidad debe comprometerse a fomentar los procesos de investigación e innovación en todos los ámbitos del quehacer universitario, especialmente en el aula de clases, promoviendo la creatividad de los docentes y de los estudiantes. También es importante desarrollar eventos, ciclos de conferencias, ferias científicas, publicaciones, eventos académicos, de divulgación y concientización sobre la innovación y la importancia de la gestión de la innovación en las organizaciones. Asimismo, considero importante incentivar con becas, viajes académicos y reconocimientos a los estudiantes y docentes que fomenten y participen activamente en procesos de investigación e innovación, así como promover el emprendedurismo y el desarrollo empresarial en la comunidad universitaria. Finalmente, recomendaría incluir en los planes de estudio de todas las carreras la asignatura de gestión de la innovación.

2. CT/ ¿Qué tan relevante es la innovación en la calidad de la educación universitaria y el desarrollo económico y social del país?

RZ/ Es clave, la innovación es la opción de buscar soluciones nuevas a los

¹ Decano Académico de la Escuela Agrícola Panamericana del Zamorano.

² Vicerrector de Innovación y Desarrollo de la Universidad José Cecilio del Valle.

problemas de siempre. Si continuamos con las mismas recetas, los problemas continuarán ahí. No basta con copiar modelos de otros países, Honduras tiene que encontrar su propio modelo de desarrollo socioeconómico y la base de esto se encuentra en los profesionales y la academia, que debe reenfocar sus estrategias.

ML/ Actualmente la innovación es la clave para potenciar la calidad de la educación. La aplicación de modelos educativos innovadores, incluyendo el aprendizaje autónomo, autorregulado y basado en la experiencia, incorporando el uso de tecnologías de la información y comunicación en el aula de clases y fuera de ella, es vital para mejorar la calidad de la educación, por lo que la creatividad y la innovación juega un papel preponderante en los procesos de enseñanza-aprendizaje. De igual manera, la innovación tiene un impacto directo en el desarrollo económico y social del país, por lo que debería ser una prioridad nacional.



Raúl Zelaya

3. CT/ ¿Qué papel juega la investigación y el desarrollo tecnológico en un proceso sostenido de innovación?

RZ/ Es básico, las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico en el

país son extremadamente bajas. En consecuencia, todos los sectores públicos y privados deben entender que si no se invierte en soluciones, seguiremos la misma marcha hacia el continuo subdesarrollo.

ML/ La investigación y el desarrollo (I+D) son esenciales para los procesos de innovación (i), de tal manera que en la actualidad, las tres dimensiones están integradas en un solo proceso creativo (I+D+i). En ese contexto, la investigación y el desarrollo tecnológico son indispensables para los procesos de innovación y la mejora continua de productos, procesos o servicios, potenciando la productividad y la competitividad del país en general y de las organizaciones en particular.

4. CT/ ¿Cree que en las universidades de Honduras existen condiciones políticas, estructurales, relacionales, tecnológicas y científicas para coadyuvar a la innovación y la competitividad del país?

RZ/ Desafortunadamente, aún no. Lo más complicado es cambiar la mentalidad de los funcionarios y del cuerpo docente, dejando los egoísmos a un lado, lo demás viene por añadidura. Las condiciones políticas adversativas no construyen y terminan en la simple defensa de posiciones personales y actitudes viscerales que afectan todos los otros elementos estructurales, científicos y tecnológicos. En un ambiente de recursos restringidos, se debe velar por el diálogo y la comunicación constructiva.

ML/ Estoy convencido de que en todas las universidades hay un gran potencial para contribuir a la innovación y la competitividad del país. En ese contexto, las universidades públicas y privadas cuentan con condiciones para coadyuvar la innovación y la competitividad del país, siempre tomando en consideración las limitaciones presupuestarias y de inversión en esta temática; sin embargo, vale la pena mencionar que somos el único país en el mundo, en pleno siglo XXI, que no cuenta con un organismo rector del sector ciencia, tecnología e innovación; lo cual produce la ausencia de políticas públicas y de una estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación. En consecuencia, hacen falta las condiciones políticas, la institucionalidad, la infraestructura científica tecnológica y el financiamiento respectivo para este sector (I+D+i).

5. CT/ ¿Cuenta la universidad con el capital humano: competencia cognitivas, habilidades, destrezas y actitudes para incorporarse al proceso de I + D + i?

RZ/ Definitivamente sí. El problema no es de capacidad, es de actitud. Lejos de buscar la sinergia de nuestras ideas, nos confrontamos en posiciones viscerales que no aportan unas a otras y que más bien desgastan el sistema. Gastamos mucha energía en tratar de imponer nuestra razón, en lugar de escuchar a nuestros colegas.

ML/ Definitivamente que sí. Las universidades públicas y privadas cuentan con el capital humano que posee el conocimiento, las competencias y las habilidades necesarias para incorporarse a procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); no obstante, requieren de apoyo institucional, apoyo moral, apoyo financiero y reconocimiento dentro de la comunidad universitaria, de tal manera que se cree un compromiso, deseo y amor por la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación.



Mario Lanza

6. CT/ Es ampliamente conocido que cuando un país aspira a ser competitivo debe hacer una excelente gestión del capital humano, pero en este entramado de competencias, ¿cuáles deben privilegiarse?

RZ/ Consideramos que algunas de las más importantes son la inteligencia estratégica, creatividad útil y la administración de recursos. Sin embargo, es muy difícil escoger, pero yo comenzaría con inteligencia estratégica y el desarrollo de una visión común de todos, complementando con la creatividad y la autoestima. La mejora de la comunicación y el manejo de recursos se convierten en elementos clave.

ML/ A nuestro juicio deben destacarse la inteligencia estratégica, trabajo en equipo, adaptación al cambio, capacidad de análisis, solución de problemas, inferencia y análisis conceptual, ética, capacidad para generar y transferir el conocimiento científico y tecnológico.



Diversidad Temática

Conocimiento tradicional de los hongos en el occidente de Honduras

Elia Sarmiento,¹ Gustavo Fontecha²

RESUMEN

Los hongos son los organismos eucariotas vivos más diversos y abundantes del planeta, después de los insectos. Además de su diversidad, los hongos son relevantes por su utilización cultural en todo el mundo, por tal razón, este estudio tuvo como propósito rescatar y validar las prácticas tradicionales acerca de los usos y formas de aprovechamiento de los hongos por los habitantes de las comunidades del occidente de Honduras.

Se utilizó el método de observación participante, que incluyó observación directa, encuestas, entrevistas, relatos de vida para determinar la fenología, ecología, identificación de las especies tóxicas y comestibles, formas de preparación, formas de preservación, distribución, abundancia y otros usos, origen, morfología, distribución y transmisión del conocimiento; para concluir con la taxonomía de los hongos de esta zona, apoyada en métodos clásicos y moleculares. En este estudio se describen por primera vez las especies de hongos más utilizados en el occidente de Honduras y el conocimiento que las comunidades poseen acerca de estos.

Palabras clave: *hongos tóxicos, etnomicología, diversidad fúngica, hongos comestibles.*

ABSTRACT

The fungi are the eukaryotic living organisms which are most diverse and abundant in the planet, after the insects. Besides their diversity, the fungi are relevant for their cultural utilization in the whole world. This study had the intention to rescue and validate the traditional practices brought from the uses and forms of utilization of the fungi by the inhabitants of the communities located in the west of Honduras. The method of participant observation was used, and it included direct observation, surveys, interviews, statements of life to determine the ecology, identification of the toxic and eatable species, forms of preparation, forms of preservation, distribution,

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, UNAH. Correo electrónico: elia.sarmiento@unah.edu.hn

² Escuela de Microbiología, Facultad de Ciencias, UNAH. Correo electrónico: gustavo.fontecha@unah.edu.hn

abundance and other uses, origin, morphology, distribution and transmission of knowledge; to conclude the study with the zone's fungi taxonomy based upon classic and molecular methods. For the first time, this study describes the species of most used fungi in the west of Honduras, and the knowledge the communities possess in this matter.

Key words: *fungi toxins, ethno-mycology, fungi diversity, eatable fungi.*

INTRODUCCIÓN

Los hongos son un grupo de seres vivos con características biológicas particulares que los separan de otros taxones como animales y plantas, por eso se clasifican en un reino aparte llamado *Fungi*. Los hongos son seres adaptables y pueden desarrollarse casi sobre cualquier sustrato superficie, tanto en la naturaleza como en los ambientes intervenidos por el ser humano (Becker, 2006).

Desde antes del descubrimiento de la penicilina en 1929, el estudio y utilización de los hongos ocupaba ya un espacio muy importante en la mayoría de las culturas. Así, a partir del desarrollo de las ciencias experimentales, los hongos han sido objeto de estudio no solo de taxónomos y genetistas que indagan acerca de sus orígenes, formas y diversidad, sino también de químicos, bioquímicos y agrónomos que buscan obtener de ellos beneficios industriales y comerciales.

Algunos de los metabolitos que los hongos producen, se utilizan en la industria y la medicina y muchas especies son empleadas en el control biológico de vectores de enfermedades de plantas y humanos. Otros hongos se emplean en el mejoramiento de la producción de especies vegetales forestales y comestibles, en la preparación de alimentos y también como fuente alimentaria (Franco-Molano, 2000).

La investigación etnomicológica es la fuente básica que permite rescatar los usos y formas de aprovechamiento de los hongos en las diversas culturas a través del tiempo. Los conocimientos que las poblaciones humanas tienen sobre los hongos son complejos, si se considera que estos han sido adquiridos tan solo por observación directa y transmitidos de generación a generación (Morales, 2001).

Se sabe que al menos 200 especies de hongos son consumidas en México, en donde aproximadamente el 50 % de esas especies son comercializadas en mercados tradicionales (Pérez Moreno, 2010). A su vez, en Guatemala se informa de al menos 70 especies comestibles de hongos (Bran, 2003).

Las plantas y hongos de valor etnológico constituyen un legado de incalculable valor, ya que reflejan la adaptabilidad humana al ambiente agreste de los ecosistemas. En tal sentido, el conocimiento etnológico basa su importancia en que los antiguos habitantes de una región probaron casi todas las especies que crecían en las inmediaciones de su hábitat funcional, para llegar a encontrarle un uso a una especie dada.

De esta manera se determinó, concluyentemente y de manera empírica, un uso que les permitiera utilizar esas especies; pero, para llegar a esas conclusiones, muchas personas enfermaron por intoxicación moderada o grave e, incluso, en ocasiones tuvieron consecuencias fatales al consumir especies tóxicas en dosis letales.

Dado que Honduras no está fuera de este uso cultural de los hongos, se desarrolló esta investigación con el objetivo de conocer las especies de hongos que se consumen en las comunidades hondureñas con cultura micófaga en el occidente de Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos departamentos de Honduras con tradición de consumo de hongos: Intibucá (municipios de San Miguelito, Yamaranguila; y en los caseríos de Laguna Grande, El Membrillo y Los Arrayanes) y La Paz (municipios de San José, Santa Ana, Santa Elena; y en los caseríos de El Limón, Valle Paloma y Aguasina; ver figura 1).

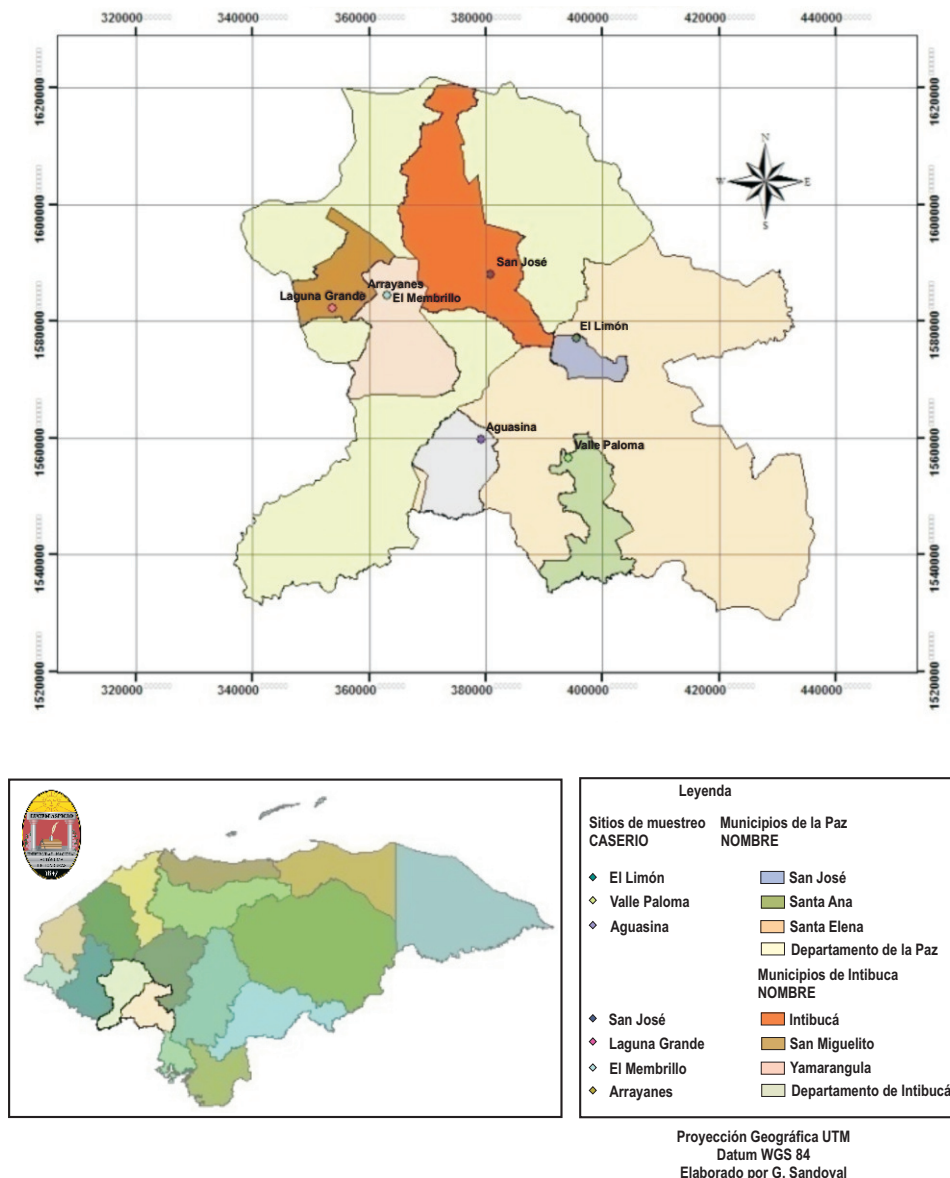
La colecta se realizó después de las primeras lluvias del año durante los meses de mayo y junio, ya que los cuerpos fructíferos de estos hongos o setas aparecen únicamente una vez al año, durante las primeras tres semanas de la época lluviosa. Los criterios para determinar los sitios de colecta se basaron en la diversidad de especies y tradición de consumo.

Se utilizó el método de observación participante, que incluyó observación directa, encuestas, entrevistas, relatos de vida (que intentaban elaborar y transmitir la memoria personal y colectiva que hace referencia a las tradiciones de uso de las especies utilizadas a través del tiempo).

Las entrevistas fueron del tipo informal, no estructuradas y semiestructuradas e

incluían los siguientes criterios: fenología, ecología, identificación de las especies tóxicas y comestibles, formas de preparación, formas de preservación, distribución, abundancia, otros usos, morfología, distribución y transmisión del conocimiento.

Mapa 1. Sitios de colecta



Clasificación taxonómica

Los hongos se fotografiaron y se describieron morfológicamente antes de su preservación. La clasificación de las especies fue realizada por el Osbeth Morales Esquivel, micólogo taxónomo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, usando reactivos y claves taxonómicas. Los hongos fueron procesados y depositados en la Micoteca del Herbario Tegucigalpa Flora de Honduras (TEFH) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Caracterización molecular

Con el objetivo de apoyar la caracterización morfológica de los individuos colectados, se analizaron dos secuencias de las regiones ribosomales del gen ITS (internal transcribed region) de las setas. Se extrajo el ADN de 100 mg de los carpóforos congelados, usando una técnica convencional de fenol-cloroformo. El ADN extraído se almacenó a -20°C hasta su utilización. Se amplificaron las regiones ITS1 e ITS2 usando cebadores específicos para el taxón de los basidiomicetes (Becerra, 2007) (ver cuadro 1).

Las amplificaciones se llevaron a cabo en un volumen final de 20 µl en un Termociclador Veriti™ 96-Well Thermal Cycler (Applied Biosystems). La mezcla de reacción contenía 10 µl de PCR Master Mix 2X (Promega), 1 µl de cada cebador 10 µM, agua libre de nucleasas y 1 µl de ADN molde 10 ng/µl.

El programa de la amplificación fue el siguiente: 94°C por 1 min, 35 ciclos a 94°C por 1 min, 55°C-60°C por 2 min, 72°C por 2 min y una extensión final a 72°C por 10 min. Los productos se separaron por electroforesis de agarosa 1 % con bromuro de etidio y posteriormente se purificaron mediante el kit Wizard SV Gel and PCR Purification System (Promega) y se enviaron a secuenciar (Macrogen).

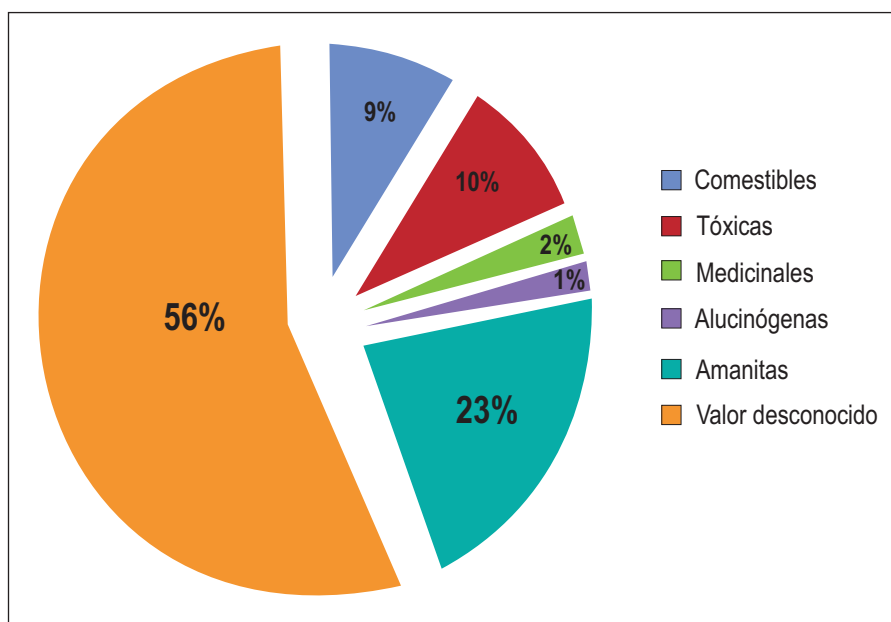
Tabla 1. Secuencias de los cebadores utilizados para amplificar la región ITS ribosomal

Cebador	Secuencia (5' - 3')
ITS1F	CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA
ITS2	GCTGCGTTCTTCATCGATGC
ITS3	GCATCGATGAAGAACGCAGC
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se entrevistó a un total de 106 personas, que incluyeron recolectores (adultos y niños), vendedores y consumidores de hongos. Se colectaron un total de 101 individuos, de los cuales 23 pertenecen al género *Amanita* (ver gráfico 1). Este género incluye numerosas especies potencialmente tóxicas e incluso letales para el ser humano; se considera que es responsable del 95 % de los decesos debidos a envenenamiento por hongos.

Gráfico 1. Distribución de los hongos recolectados según su uso



Dentro del género *Amanita* sobresale la especie *Amanita phalloides* por contribuir con la mitad de las intoxicaciones informadas. Esta es la razón por la cual las especies de hongos que pertenecen a este género se suelen conocer entre los habitantes de las regiones consumidoras como “hongos venenosos”. A este género pertenece también *Amanita caesarea* o “la seta de los césares”, que para muchos resulta ser el hongo más exquisito conocido.

La *Amanita caesarea* es conocida comúnmente en la región occidental de Honduras como choro sol, cumba roja o simplemente choro. Esta es la única especie explotada y comercializada en el occidente de Honduras.

Para su comercialización se han popularizado festivales gastronómicos llamados festivales del choro, en las comunidades de La Esperanza y Cabañas, en el departamento de Intibucá.

Otras especies del género *Amanita*, como la *A. Virosa*, causan envenenamientos periódicos en esas regiones, debido probablemente a su similitud morfológica con *A. caesarea*. La *A. virosa* y otras especies tóxicas fueron encontradas y colectadas durante este estudio (ver tablas 2 y 3).

Tabla 2. Hongos comestibles en el occidente de Honduras

Nombre científico	Sustrato	Observaciones
<i>Amanita caesarea-complejo</i>	Suelo de bosque, formando micorrizas	Reputación de sabor exquisito.
<i>Amanita rubescens</i>	Materia orgánica	Consumirse cocido.
<i>Boletus Pinophilus</i>	Materia orgánica bosque de pino	Fácil de reconocer por la cutícula marrón, crece además en bosque que no sea de pino.
<i>Citocybe sp.</i>	Materia orgánica	Se debe tener cuidado ya que posee especies tóxicas y comestibles fenotípicamente muy parecidas.
<i>Hymenogaster repandum</i>	Sobre materia orgánica	Se caracteriza por su carpóforo grande de color blanco amarillento.
<i>Lactarius deliciosus</i>	Sobre materia orgánica	Su sabor no amerita su nombre.
<i>Lactarius indigo</i>	Sobre suelo	Se reconoce fácilmente por su látex azul amarillento.
<i>Lactarius sp.</i>	Materia orgánica	Género muy diverso, difícil de clasificar.
<i>Russula virescens</i>	Sobre el suelo	Se caracteriza por el sombrero de color verde enteramente craquelado, carne dura, sabor dulce.

Tabla 3. Hongos tóxicos en el occidente de Honduras

Nombre científico	Sustrato	Observaciones
<i>Amanita muscaria</i>	Suelo de bosque de coníferas formando micorrizas	Tiene efecto tanto alucinatorio como venenoso, se puede confundir con <i>Amanita caesarea</i> .
<i>Amanita virosa</i>	Suelo de bosque generalmente con encinos	Se puede confundir con género <i>Amanita</i> de color blanco igualmente mortales, como <i>A. phalloides</i> , <i>A. citrina</i> , también puede confundirse con especie del género <i>A. garicus</i> son volva.
<i>Lactarius sp.</i>	Sin comentarios	Sin comentarios.
<i>Pisolithus arhizus</i>	Suelos arenosos asociados diferentes árboles	La bibliografía no lo reporta como tóxico.
<i>Collybia maculata</i>	Bosque de pino	La bibliografía lo reporta como especie sin valor (sabor amargo).
<i>Lactarius sp.</i>	Materia orgánica bosque de pino	Sin comentarios.
<i>Boletus sp.</i>	Materia orgánica bosque de pino	Sin comentarios.
<i>Collybia sp.</i>	Materia orgánica	Sin comentarios.
<i>Hypholoma</i>	Sin comentarios	Sin comentarios.

Conocimiento tradicional

La temporada de recolección y comercialización de hongos en la región occidental de Honduras es a inicios de la época lluviosa y dura aproximadamente un mes, dependiendo de la cantidad y los períodos de lluvia. Pero, en algunas ocasiones la aparición de las especies de hongos comestibles es escasa.

Los recolectores de hongos son principalmente agricultores o personas dedicadas a las labores domésticas, quienes desempeñan esta tarea como una segunda actividad, ya que el período de colecta es corto; no se conocen personas que se dediquen a esta actividad permanente ni exclusivamente.

Durante la temporada de aparición de las setas los recolectores suelen recogerlas durante las primeras horas de la mañana. El destino de las setas es el autoconsumo, consumo familiar (92 %) y en menor escala la comercialización en estado fresco (8 %). Algunas personas las secan o las mantienen bajo refrigeración por un máximo de dos días antes de su consumo.

Las edades de los recolectores está en un rango que va desde niños de 7 años hasta personas de más de 50 años. Se informó que el conocimiento para distinguir los hongos comestibles de los tóxicos, es usualmente adquirido de la madre o de

amigos de los recolectores. El color es la característica que los recolectores usan para distinguir los hongos tóxicos de los comestibles según el 100 % los entrevistados; en cambio, el 50 % de los encuestados informa que además del color, utilizan la forma del hongo como criterio de reconocimiento.

La mayoría de recolectores y consumidores (80 %) dice que la razón por la que consumen setas se debe a su alto contenido nutricional; el 20 % restante los consumen solamente por su sabor.

Los recolectores buscan las especies en lugares sombreados del bosque donde exista suficiente humedad, especialmente en zonas donde hay asociaciones boscosas de pino–roble. Todos los encuestados reconocen que la cantidad de hongos disminuye año con año. Esta aseveración encuentra su fundamento en el hecho de que las setas utilizables son micorrízicas y necesitan obligatoriamente vivir asociadas con plantas vasculares, como el pino, el roble o las asociaciones boscosas pino–roble; de forma que al destruirse estas especies forestales, se destruye el hábitat del hongo.

Caracterización de regiones ITS ribosomales

Se obtuvieron seis secuencias totales de la región ITS1–2 y cuatro de la región ITS3–4, de seis setas reportadas como comestibles. También se obtuvieron tres secuencias ITS1–2 y cinco secuencias ITS3–4 de seis setas reportadas como tóxicas. Aunque no se trataba de un objetivo del proyecto, se obtuvieron 14 secuencias ITS provenientes de ocho especies del género *Amanita* que fueron colectadas en el transcurso del proyecto. Todas estas secuencias fueron depositadas en las bases de datos internacionales (NCBI Accession Numbers: HM639261–Hm639278).

Al comparar estas secuencias con las bases de datos disponibles, las setas reportadas como comestibles en la zona muestreada se asemejaban con mayor similitud nucleotídica a los géneros *Lactarius deliciosus*, *Amanita rubescens*, *Amanita caesarea*, *Boletus pinophilus*, *Hydnum repandum* y *Clitocybe* sp. En cambio, las secuencias de las setas tóxicas tuvieron mayor similitud con los géneros *Amanita muscaria*, *Collybia* sp., *Boletus* sp., *Lactarius* sp. y a un basidiomycota no especificado.

En lo pertinente al análisis de diversidad realizado entre las especies del género *Amanita*, los porcentajes de similitud respecto a las secuencias disponibles en las bases de datos oscilaron entre el 92 % y 100 %. La mayoría de las secuencias

obtenidas en este estudio no coinciden plenamente con las descritas para otras regiones geográficas, lo que sugiere que la diversidad biológica de setas en Honduras es susceptible de mayor conocimiento a futuro.

CONCLUSIONES

1. El género más explotado es “el choro” (*Amanita caesarea* complex), pero también pertenece a este género el hongo letal *Amanita phalloides*, ambos recolectados en este estudio. Al pertenecer ambos al mismo género, comparten ciertas características morfológicas que probablemente hacen que en algún momento sean confundidos por los colectores o consumidores, lo cual produce que cada año en algunas localidades se presenten problemas por intoxicación.
2. Los estudios relacionados con la diversidad fúngica son pocos, esto se debe al bajo número de taxónomos. Por tradición, los centros taxonómicos más importantes están en Estados Unidos y Europa.
3. La cantidad de hongos consumidos en el occidente de Honduras en las comunidades con cultura micófaga, no se asemeja a la gran diversidad de estas especies consumidas en México (más de 200) y Guatemala (más de 70) debido, probablemente, a la posición geográfica de estos últimos países, que por sus condiciones ambientales permite la aparición de estas especies.
4. La mayoría de las secuencias obtenidas en este estudio no coinciden plenamente con las descritas para otras regiones geográficas, lo que sugiere que la diversidad biológica de setas en Honduras es susceptible de mayor conocimiento a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Becerra, VMP; Rojo, C. y France, A. (2007). RAPD and ITS reveal molecular variation of Chilean populations of *Beauveria bassiana*. *Agricultura Técnica*, 67, 115-125.
- Becker, G. (1989). *El gran libro de setas, hongos y setas de Europa*. Madrid: Susaeta ediciones.
- Bran, MC. et al. (2003). Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. *Revista Científica*, (1), 1, 24.
- Franco-Molano. (2000). *Setas de Colombia. Guía de campo*. Antioquia: Colciencias.

- Llamas, B y Terrón. (2005). *Guía de campo de la Península Ibérica*. León: Celarayn Editorial.
- Martínez-Carrera. et al. (1998). Canning technology as an alternative for management and conservation of wild edible mushrooms in México. *Micología Neotropical aplicada*, 11, 35-51.
- Martínez, J. et al. (1999). *Casos clínicos: Fracaso renal agudo secundario a la intoxicación por setas*. Mallorca: Servicio de Nefrología, Hospital Son Dureta.
- Mata, M. (1999). *Macrohongos de Costa Rica*. Santo Domingo de Heredia: INBIO.
- Morales. et al. (2010). Los hongos comestibles de uso tradicional en Guatemala. En *Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción. Consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica. Avances y perspectivas en el siglo XXI*.
- Morales, O. (2001). *Estudio etnomicológico de la cabecera municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango*. Tesis. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Palomar, M. y Piqueras, C. (2008). Principios de urgencia, emergencia y ciudadanos críticos. Intoxicación por plantas y setas. *Revista Uni-net.org*.
- Perez-Moreno. et al. (2010). *Los hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiá pan y anexos*. Estado de México: Colegio de Postgraduados, SEMARNAT, CONACyT.

***Staphylococcus aureus* y resistencia antimicrobiana en dos hospitales de Tegucigalpa, 2011-2012**

Lelany Pineda-García,¹ Edgardo Tzoc,² Linda Herrera³
Celeste Galindo,⁴ María Félix Rivera⁵

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la resistencia antimicrobiana del *Staphylococcus aureus* en dos hospitales de Tegucigalpa. Para lograrlo se siguió una metodología de estudio descriptivo, transversal. Se recolectaron todas las muestras de *Staphylococcus aureus* aisladas de pacientes, de los laboratorios de dos hospitales, durante un periodo de 5 meses, en cada institución; las que se trasladaron al Laboratorio de Bacteriología de la Escuela de Microbiología de la UNAH; para el estudio de sensibilidad antibiótica y la identificación de los SARM, mediante el método de Kirby-Bauer y según normas establecidas por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI); para los que se usaron diferentes antibióticos.

También se realizó la determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM) a OX usando E-test y la determinación de la producción de PBP2a, por el método de aglutinación en látex. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva con el paquete estadístico EPI-INFO, versión 3.5.1. para Windows.

Se obtuvieron 90 aislamientos de *S. aureus* del laboratorio del Hospital Escuela y 106 de *S. aureus* en el laboratorio del IHSS. La mayoría de las bacterias aisladas provenían de exudados, los cuales presentaron resistencia a diferentes antibióticos y ninguna bacteria aislada presentó resistencia a Vancomicina. La resistencia a Oxacilina o SARM fue de un 14.3 % (IC95 % = 9.7 a 20). Se confirmó la resistencia antimicrobiana de *S. aureus* a Oxacilina o SARM por el método de Kirby-Bauer, E-test, PBP2.

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología. Correo electrónico: lelany.pineda@unah.edu.hn

² Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología. Correo electrónico: etzoc2000@yahoo.com

³ Hospital Escuela. Laboratorio de Microbiología.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

⁵ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Médicas, Departamento de Fisiología. Correo electrónico: mariafelixrivera@yahoo.es

En conclusión, la prevalencia de SARM no es tan alta, basada en los parámetros para los países en vías de desarrollo y no se encontró resistencia a Vancomicina.

Palabras clave: *S. aureus*, resistencia antibiótica.

ABSTRACT

Objective: To determine antibiotic resistance of *S. aureus* strains isolated in two hospitals from Tegucigalpa, Honduras. **Materials and methods** A cross sectional study was conducted in Hospital Escuela and Instituto Hondureño de Seguridad Social. Isolates of *S. aureus* were collected from laboratories at two hospitals within a period of five months. Samples were transported to Bacteriology Laboratory of Microbiology School, and analyzed for antibiotic susceptibility profiles using Kirby Bauer test according to Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Methicillin resistant *S. aureus* (MRSA) were further tested for Minimum Inhibitory Concentration (MIC) using E-test, and PBP2a production by passive latex agglutination test.

Data were analyzed using EPI-INFO 3.5.1 statistical software for Windows.

Results: 90 *S. aureus* isolates were obtained from Hospital Escuela and 106 from IHSS laboratories. Most strains were isolated from exudates, showing different antibiotic resistant profiles. None of the isolates exhibit resistance to vancomicina. Oxacillin resistance (MRSA strains) was 14.3 % (Ci95 % = 9.7 -20), and was confirmed by Kirby Bauer, E-test and PBP2 tests.

Conclusions: compared to other countries data, we found a very low MRSA prevalence and absence of vancomycin resistance in our study.

Key words: *S. aureus*, antibiotic resistance, MRSA.

INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) es el agente etiológico en diversas patologías, incluyendo infecciones de piel y tejidos blandos, bacteriemia, endocarditis, infección del sistema nervioso central y del tracto genitourinario. Por su ubicuidad, en función de los procedimientos médicos y uso de antimicrobianos, se confiere especial énfasis al aislamiento y estudio epidemiológico del *S. aureus*, considerando su rol primordial en las infecciones nosocomiales.

Las enfermedades producidas por bacterias de *S. aureus* son un serio problema de salud pública desde la perspectiva de la detección y el manejo terapéutico, tanto en el ambiente hospitalario como en el comunitario. Estos microorganismos muestran amplios patrones de resistencia, incluyendo agentes antibacterianos de diversos grupos, lo cual ha estimulado la búsqueda de tratamientos alternativos, constituyéndose así una extensa línea de investigación en los últimos años.

Por lo general, la mayoría de las cepas de *S. aureus* resistentes a la penicilina presentan resistencia a otros antimicrobianos como meticilina, eritromicina, tetraciclina, estreptomina y clindamicina, entre otros. De manera que este tipo de *S. aureus* se ha convertido en un reto para los médicos y en general para el personal de salud, lo que constituye una inminente amenaza para la población, ya que su peligro va en aumento.

La aparición de cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM), fue descrita inicialmente en 1960, poco tiempo después de la introducción de este antibiótico en la práctica clínica. En esa época se utilizaba meticilina para evaluar y tratar infecciones por *S. aureus*, pero ahora, la meticilina ya no es un agente de elección en el manejo clínico, ni para evaluar la susceptibilidad de *S. aureus*. En su lugar, se utiliza la oxacilina (más estable), por lo que el término correcto sería *S. aureus* resistente a oxacilina (SAOR); sin embargo, debido a su rol histórico, el acrónimo SARM es aún usado por la mayoría para describir estos aislamientos.

Dicha resistencia es conferida por una proteína de unión a penicilina (PBP) adicional, conocida como PBP2a o PBP2', la cual no está presente en las cepas susceptibles a meticilina. La PBP2a es codificada por el gen *Meca*, el cual forma parte de un complejo móvil (*mec*) que reside dentro de una isla genómica, un elemento genético denominado cassette cromosómico estafilocócico (SCC) en *S. aureus*.

La detección de resistencia a meticilina es complicada debido a la heterogeneidad de su expresión fenotípica, es decir, a pesar de que todas las células de una población posean el gen, solo 1 en 10 la manifiestan, dificultando su detección en el laboratorio, lo que ha conducido al desarrollo de varias técnicas para incrementar la expresión *in vitro* de dicha resistencia y reducir el tiempo de diagnóstico, mediante la búsqueda de metodologías sensibles y específicas.

Las pruebas recomendadas por el Instituto para la Estandarización de Laboratorios Clínicos (CLSI, según sus siglas en inglés) incluyen el método del disco de oxacilina

(OX, 1 µg) en agar Mueller Hinton (MH) incubado a 35°C y la prueba de descarte en agar oxacilina (MH conteniendo 6 µg/mL de OX y 4% de NaCl). Por lo tanto, el diagnóstico e identificación de este microorganismo reviste gran importancia para orientar una adecuada antibióticoterapia, dado lo complejo que resulta su manejo.

En Honduras, se han reportado algunas evidencias del problema de resistencia de *S. aureus* y las implicaciones clínicas que conlleva para los pacientes; asimismo, algunos hospitales de referencia llevan registro del número de aislamientos de *S. aureus* y su patrón de resistencia, sin embargo, la información es limitada.

En vista de lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo *determinar la resistencia antimicrobiana de S. aureus en dos hospitales de Tegucigalpa*. Con este se pretende contribuir a revelar información basada en evidencia sobre el problema del *S. aureus* resistente a antibióticos. Los datos obtenidos serán de gran utilidad a nivel hospitalario y comunitario, en especial para los tomadores de decisiones y los que definen las medidas epidemiológicas necesarias para una intervención adecuada para el beneficio en general de la población y de los pacientes hospitalizados en particular.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el Hospital Escuela y en el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) de la ciudad de Tegucigalpa. Se diseñó un estudio tipo descriptivo, que consistió en recolectar todas las muestras de *Staphylococcus aureus* aisladas de pacientes durante un periodo de 5 meses: julio-noviembre de 2011 en el Hospital Escuela y 5 meses en el IHSS, de febrero a junio de 2012.

La unidad recolectora de las bacterias de *Staphylococcus aureus* fueron los laboratorios de ambas instituciones hospitalarias. Posteriormente, las bacterias aisladas se trasladaron al Laboratorio de Bacteriología de la Escuela de Microbiología de la UNAH para su análisis.

La identificación bacteriana se realizó de acuerdo con los métodos convencionales descritos previamente. Las bacterias obtenidas en el Hospital Escuela y en el IHSS fueron nuevamente aisladas en un medio de gelosa sangre con base de casman para determinar la pureza. Se realizó prueba de catalasa y coagulasa para confirmar la especie de *S. aureus*.

Estudio de sensibilidad antibiótica. La identificación de los SARM se realizó mediante el método estandarizado de difusión con discos (conocido como Kirby-

Bauer), utilizando agar Mueller-Hinton sin suplementar con NaCl y con un disco de cefoxitina 30 µg, según las normas establecidas por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).

Se preparó un inóculo estandarizado comparable con el tubo 0.5 de MacFarland, por resuspensión directa de colonias a partir de un cultivo puro de 24 horas en gelosa sangre (GS). Con ayuda de un hisopo estéril, se inoculó la superficie de una placa de agar Müller Hinton (MH) y se procedió a probar los discos de antibiótico. Las placas inoculadas se incubaron a 35–37°C exactamente por 24 horas en atmósfera aeróbica. Para la lectura se consideraron los halos de inhibición recomendados por la casa fabricante de los discos de antibióticos.

Los antibióticos usados fueron: penicilina 10 µg, eritromicina 15 µg, gentamicina 10 µg, norfloxacin 10 µg, tetraciclina 30 µg, cloranfenicol 30 µg, sulfametoxazol-trimetoprim 25 µg, vancomicina 30 µg, amoxicilina más ácido clavulánico, cefoxitin y oxacilina (OX).

Para el control de la calidad del proceso se utilizó la cepa de referencia *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM) a OX. A todas las bacterias aisladas de *S. aureus* resistentes por el método de difusión del disco único de alta potencia, se les determinó la CIM a OX mediante el método de E-test® (AB Biodisk, Solna, Suecia). Se definió la CIM como la mínima concentración del antibiótico capaz de inhibir el crecimiento bacteriano y se interpretó de acuerdo a los criterios del CLSI, reportándose como resistentes las cepas con una CIM mayor de 4 µg/mL y como sensibles aquellas cuya CIM era menor de 2 µg/ml.

Determinación de la producción de PBP2a: la detección de PBP2a como producto del gen *MecA* se realizó utilizando el PBP2a Test Kit (Oxoid®), de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Este método se basa en la aglutinación de partículas de látex sensibilizadas con anticuerpos monoclonales contra la proteína PBP2a. Aspectos éticos: se obtuvo la aprobación de los comités de ética de la Unidad de Investigación Científica de la Facultad de Ciencias Médicas y del Instituto Hondureño de Seguridad Social.

Análisis estadístico: los datos fueron capturados en el programa computacional Excel y Epiinfo para Windows, versión 3.4.3. También se aplicó estadística descriptiva, distribución de frecuencias, porcentajes e intervalos de confianza.

RESULTADOS

Se obtuvieron 90 aislamientos de *S. aureus* del laboratorio del Hospital Escuela y 106 de *S. aureus* en el laboratorio del IHSS, con un total de 196 cepas estudiadas. El 81 % de las cepas procedían de exudados y 13.2 % de hemocultivo. En un menor porcentaje de urocultivo (2.3 %), líquido pleural (0.5 %), secreción vaginal (0.5 %) y líquido sinovial (0.5 %).

Tomando en cuenta el total de cepas aisladas de *S. aureus* en ambos hospitales, se obtuvo el más alto porcentaje de resistencia a penicilina en un 93.9 %. Para tetraciclina y eritromicina el porcentaje fue mucho menor, con un 31.3 % y 31.5 %, respectivamente. El porcentaje de resistencia para amoxicilina más ácido clavulánico fue únicamente de un 18.7 % y cefoxitin casi igual con un 14.3 %. Para norfloxacin el porcentaje fue de únicamente 8.2 % y se obtuvieron porcentajes significativamente más bajos de 3.1, 0.5 y 1 % para gentamicina, trimetropin sulfá y cloranfenicol, respectivamente. No se detectó resistencia para vancomicina (ver figura 1), en cuanto a la resistencia a oxacilina fue de un 14.3 % (IC 95 % = 9.7 a 20) o llamado de mejor manera *S. aureus* metilicina resistente (SARM).

Tomado los resultados de forma separada, las cepas aisladas de *S. aureus* procedentes del Hospital Escuela presentaron una resistencia menor a cefoxitin (8.2 %), oxacilina (8.2 %), amoxicilina más ácido clavulánico (11.1 %) y norfloxacin (6.1 %); en comparación con los porcentaje obtenidos en el IHSS, donde fueron significativamente mayores, en donde la resistencia fue mayor para penicilina (97 %) y gentamicina (7.2 %) (ver figura 1).

Para cinco de los antibióticos en estudio, los resultados obtenidos muestran similitud en los niveles de resistencia entre las cepas aisladas entre el IHSS y el Hospital Escuela. Estos fueron tetraciclina (31.1 % y 32 %), eritromicina (33 % y 33.7 %), cloranfenicol (0 % y 1 %), trimetoprim sulfá (0 % y 2 %) y vancomicina; este último fue el único antibiótico para el cual no se obtuvo ninguna cepa resistente.

Se logró confirmar la resistencia antimicrobiana de *S. aureus* a oxacilina o SARM a través de la comparación con otros métodos como el E-test y detección de la PBP2a.

En el presente estudio se encontró que todas las bacterias aisladas que eran SARM, también eran resistentes a penicilina y a cefoxitin; en menor porcentaje, 81.5 % compartían resistencia con eritromicina, más de la mitad con norfloxacin, una tercera parte con tetraciclina y en un menor porcentaje cloranfenicol y gentamicina; y

solo un aislamiento bacteriano compartía resistencia con trimetropin sulfa y en la misma cantidad con amoxicilina más ácido clavulánico. Por supuesto, todas eran sensibles a vancomicina (ver tabla 1).

Gráfico 1. Porcentaje de resistencia antibiótica en cepas de *S. aureus* aisladas de pacientes hospitalizados en el IHSS y Hospital Escuela, 2011-2012.

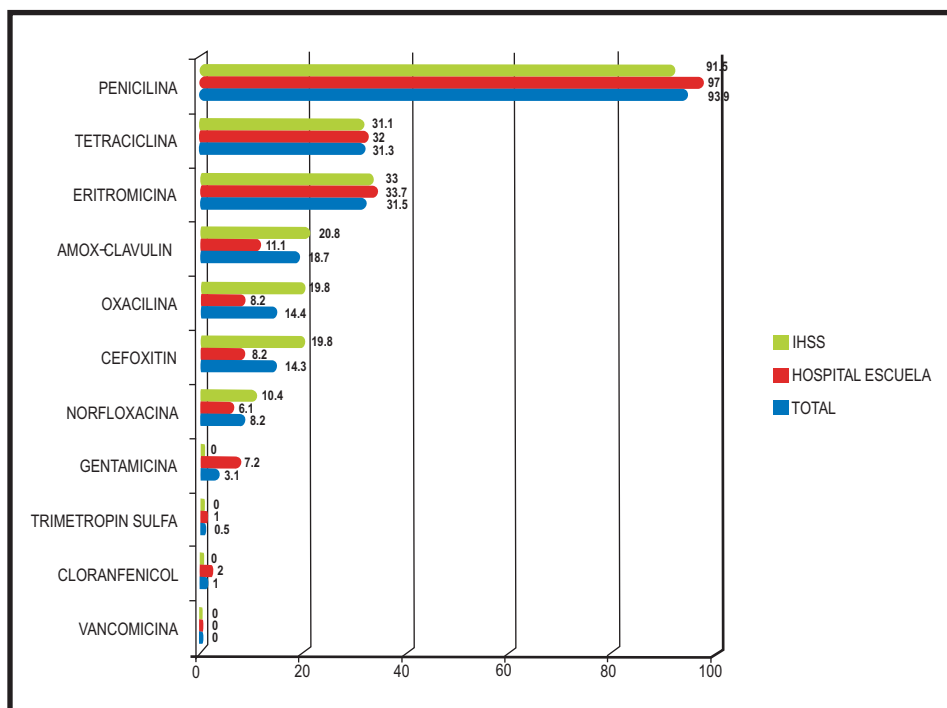


Tabla 1. Resistencia de cepas aisladas SARM a otros antibióticos de pacientes hospitalizados Hospital Escuela e IHSS, 2011-2012 (n=27)

Antibiótico	No.	%
Vancomicina	0	0
Amoxicilina más ácido clavulánico	1	3.7
Trimetropin sulfa	1	3.7
Gentamicina	2	7.4
Cloranfenicol	2	7.4
Tetraciclina	9	33.3
Norfloxacin	16	59.3
Eritromicina	22	81.5
Penicilina	27	100
Cefoxitin	27	100

DISCUSIÓN

El tratamiento de las infecciones causadas por patógenos Gram positivos resistentes a los medicamentos sigue planteando un reto como resultado de la disminución en el desarrollo de nuevos agentes antibacterianos debido a situaciones económicas y sociales.

El *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) ha aumentado su prevalencia en el tiempo, por ejemplo, las atenciones por enfermedades causadas por SARM en las unidades de cuidados intensivos en los Estados Unidos aumentaron desde un 2 % en 1974, hasta un 64 % en 2005.

En este estudio se encontró que aproximadamente una de cada diez cepas aisladas de *S. aureus* eran meticilina resistente (SARM), lo cual es un porcentaje inesperadamente bajo, si consideramos que en otros países se han encontrado niveles de resistencia notablemente altos, hasta del 90 % de SARM, como en el caso de un hospital en México, cuyo porcentaje es muy superior a lo encontrado en nuestro estudio.

En Estados Unidos, entre 2003 y 2004, infecciones comunitarias asociadas a SARM representaron entre el 59,0 % y 63,8 % de las cepas aisladas en pacientes con infecciones de la piel que se presentaron en la emergencia. Al respecto, en cuanto a la mortalidad de dicha bacteria, encontraron en el 2005 que aproximadamente el 20,2 % de los casos con infecciones invasivas por SARM finalizaron en muertes.

Históricamente, las SARM son resistentes a otros antibióticos como son β -lactámicos, incluyendo cefalosporinas, en parte debido a causa de un problema estructural de cambio en la proteína de unión a penicilina, que resulta en una disminución en la afinidad por estos antibióticos. Esta consideración fue confirmada en este estudio.

Así, SARM es un *S. aureus* que puede presentar resistencia a todos los betalactámicos (incluyendo cefalosporinas y carbapenemes) y habitualmente a aminoglicosidos, eritromicina, clindamicina, tetraciclinas, sulfamidas, quinolonas y rifampicina; mientras que suele ser sensible a los glicopeptidos.

En nuestro país, según el último estudio nacional de prevalencia de la resistencia de *S. aureus* (1996), el 72 % de las cepas de SARM eran resistentes a la gentamicina, el 83 % a la eritromicina y clindamicina, el 96 % a ciprofloxacino y el 35 % a rifampicina. En cambio, solo el 4 % era resistente al cloranfenicol y el 7 % a cotrimazol, mientras

que todos eran sensibles a la vancomicina y teicoplanina.

De acuerdo al presente estudio, solamente son comparables los resultados de resistencia a eritromicina, con un porcentaje bastante similar del 81%. En cambio, la resistencia a gentamicina se encontró remarcablemente menor, exhibiendo una disminución del 72 % a solo 7.4 %; pero, el cloranfenicol muestra un ligero aumento de 4 a 7 %.

En el Hospital Escuela, Palma y Tábor (2006) encontraron que las cepas aisladas de *S. aureus* eran en su mayoría de exudados en pacientes hospitalizados y no demostraron resistencia a la vancomicina. Los aislados demostraron resistencia baja (14 %) a ceftriaxone y moderada (20-27 %) a oxacilina, eritromicina y trimetoprim sulfá; la resistencia a la penicilina fue del 94 %. En nuestra investigación los resultados son similares, excepto porque la resistencia a la oxacilina o SARM fue mayor a la encontrada en dicho estudio.

Padgett y colaboradores (2009) en un estudio en el IHSS, encontraron la *S. aureus* resistente a metilicina en un 36 %, siendo mayor que la encontrada en nuestro estudio; de forma que en ninguno de estos estudios previos se encontró resistencia a vancomicina.

Las diferencias encontradas posiblemente se deban a que el número de muestras analizadas fue mayor al de nuestra investigación, por ejemplo la inclusión de varios años, lo cual les da un menor margen de error. Asimismo, probablemente las variaciones en los resultados encontrados entre estudios previos y el nuestro se deban a cambios en el uso de antibióticos a nivel intrahospitalario, lo cual favorece la disminución de resistencia a la oxacilina y favorece el aumento de resistencia a los antibióticos de mayor uso. Tal como ocurrió en Europa, en donde un estudio retrospectivo por septicemia por *S. aureus* se encontró que el uso de las fluoroquinolonas y de las cefalosporinas había hecho que disminuyera la resistencia a *S. aureus*.

CONCLUSIÓN

Por la importancia de la temática se recomiendan estudios en forma sistemática para conocer el comportamiento de *S. aureus* y el uso de antibióticos, ya que esto permite al personal de salud y al Estado mismo hacer eficientes los recursos, especialmente en la disminución de la morbi-mortalidad debido a las enfermedades producidas por dicho microorganismo.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección de Investigación Científica (DICU) de la UNAH, por el financiamiento de la beca sustantiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. et al. (2005). Detection of *Staphylococcus aureus* methicillin resistant carriers in high risk neonatal unit. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 47, 16-21.
- Acosta-Pérez, G. et al. (2012). Evaluación de cuatro métodos para la detección de *Staphylococcus aureus* meticilino-resistente de muestras clínicas en un hospital regional. *Salud Pública de México*, 54, 1-6.
- Camacho, M. et al. (2004). Antimicrobial Drug Use and Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Aberdeen, 1996–2000. *Emerging Infectious Diseases*, 10, 1432-1441.
- CLSI. (2006). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. 12th informational supplement. Document M100-S16. Wayne, Pa.
- Deurenberg, RH. et al. (2007). The molecular evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology and Infection*, 13, 222-35.
- Gorwitz, RJ. (2008). Understanding the success of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains causing epidemic disease in the community. *J Infect Dis*, 197, 179-82.
- Kanerva, M. et al. (2009). Community-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated in Finland in 2004 to 2006. *J Clin Microbiol*, 47, 2655–2657.
- Klevens, RM. et al. (2006). Changes in the epidemiology of *Staphylococcus aureus* in intensive care units in US hospitals, 1992–2003. *Clin Infect Dis*, 42, 389–391.
- Klevens, RM. et al. (2007). Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in the United States. *JAMA*, 298, 1763–1771.
- Kloos, WE. y Bannerman, TL. *Staphylococcus and Micrococcus*. En: Murray, PR. et al. (1999). *Manual of Clinical Microbiology*. Washington D.C.: ASM Press.
- Lawes, T. et al. (2012). Trends in *Staphylococcus aureus* bacteraemia and impacts of infection control practices including universal MRSA admission screening in a hospital in Scotland, 2006-2010: retrospective cohort study and time-series intervention analysis. *BMJ Open*, 2 (3), pii: e000797, doi: 10.1136/bmjopen-2011-000797, 1-6.
- Lim, D. y Strynadka, NC. (2002). Structural basis for the beta lactam resistance of PBP2a from methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Nat Struct Biol*, 9, 870–876.

- Moran, GJ. et al. (2005). Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in community-acquired skin infections. *Emerg Infect Dis*, 11, 928-930.
- Moran, GJ. et al. (2006). Methicillin resistant *S. aureus* infections among patients in the emergency department. *N Engl J Med*, 355, 666-674.
- Notario, R. et al. (2007). Isolation Of Community-Acquired Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (Ca-Mrsa) In Santa Fe Province, Argentina. *Rev Med Rosario*, 73, 82-85.
- Palma, F. y Tábor, J. (2006). Sensibilidad de las bacterias a los antibióticos en el Hospital Escuela de Tegucigalpa en el período 2001-2002. *Rev. Med Hondureña*, 74, 126-134.
- Padgett, D. et al. (2011). Resistencia antimicrobiana en bacterias aisladas en el Instituto Hondureño de Seguridad Social. *Rev. Med Hondureña*, 79, 117-121.
- Spellberg, B. et al. (2004). Trends in antimicrobial drug development: implications for the future. *Clin Infect Dis*, 28, 1279-1286.
- Siegel, JD. et al. (2007). Management of Multidrug-Resistant Organisms in Healthcare Settings. *Am J Infect Control*, 35, S165-93

Estimación de daños y pérdidas por desastres de origen natural durante el año 2010 para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, Honduras

Óscar Elvir, Skarleth Motiño, Pablo Domínguez¹

RESUMEN

Este trabajo propone dar continuidad al desarrollo de una base de datos en materia de daños y pérdidas por desastres de origen natural para Honduras, no obstante, se seleccionó específicamente la zona de estudio en los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, para el año 2010 y, a partir de esto, se realizó una estimación monetaria del impacto causado por los desastres provocados por amenazas de origen natural en los sectores más vulnerables, tales como los sociales (vivienda, salud), infraestructura (vial, energía, acueductos y alcantarillados) y económicos (agricultura, ganadería).

Posteriormente, se espera agregar dicha información al sistema DesInventar (Inventario de Desastres) de Honduras; con lo cual se busca poner a prueba una metodología para valorar la estimación de daños y pérdidas por desastres y así poder contar con información que permita guiar los planes de rehabilitación y reconstrucción, con la finalidad de promover la prevención y reducción del riesgo de desastres.

Palabras clave: *desastre, natural, inundación, sequía, incendio, Copeco, deslizamiento, tormenta, tropical, huracán, pérdida, daño, producción, economía, educación, social, vivienda, infraestructura vial, Cepal, estimación, riesgo, amenaza, mitigación.*

ABSTRACT

The study pretends to continue the development of a database in terms of damages and losses that result from natural disasters in Honduras, specifically selecting the departments of Francisco Morazán and El Paraíso as study areas, for the year 2010. This will estimate the monetary impact that is caused by natural hazards in vulnerable sectors such as the social sector (housing, health), infrastructure (roads,

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra. Correo electrónico: elvirferman@yahoo.com.mx; pdominguez17@gmail.com; www.ichit.edu.hn.

power, water and sewage) and the economic sector (agriculture, livestock). The information will be added to the disaster inventory system of Honduras, named DeslInventar, in order to test a methodology that can assess the damage and estimate disaster losses. This information will guide rehabilitation and reconstruction plans in order to promote prevention and reduce disaster risk.

Keywords: disaster, natural, flood, drought, fire, Copeco, landslides, storm, tropical, hurricane, loss, damage, production, economy, education, social housing, road infrastructure, Cepal, estimation, risk, hazard, mitigation.

INTRODUCCIÓN

Los desastres de origen natural surgen de la interacción y coincidencia en un tiempo y espacio dado, de un fenómeno natural potencialmente destructivo (amenaza) y condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los cuales impacta el fenómeno. Para ejemplificar mejor este concepto se suele expresar que el desastre es la conjugación de amenazas y vulnerabilidad, con lo cual ambos factores se constituyen en condicionantes para que se exista riesgo de un desastre y su posterior consumación, si no es bien manejado.

Honduras es el segundo país más grande y montañoso de América Central, con una extensión territorial de 112, 492 km² y una población aproximada de 7,7 millones de habitantes. Su posición geográfica hace que los huracanes afecten el país todos los años, ocasionando inundaciones principalmente en la zona norte (costa Caribe) del país. Paralelamente, la intensidad de las precipitaciones tropicales durante la estación lluviosa acentúan el impacto de las inundaciones, afectando la salud, producción agrícola, el sector vivienda, la infraestructura vial y, principalmente, a la población que habita en zonas de alto riesgo.

Pero, las inundaciones no son el único evento que pone en riesgo al país, también lo afectan los deslizamientos, incendios forestales, sequías incrementadas por la presencia del fenómeno El Niño y, en menor medida, la afectación por terremotos, por lo que el país está empezando a adoptar las acciones de prevención, mitigación y atención a emergencias y desastres para preservar la vida y los bienes de la población.

En Honduras existe un gran déficit en materia de capacidad de respuesta a los desastres de origen natural, el gobierno central y organizaciones extranjeras invierten grandes cantidades de fondos para poder fortalecerla; sin embargo, cuando ocurre un desastre, existe solo respuesta a la emergencia, no hay aún un

enfoque bien desarrollado sobre prevención y mitigación, lo cual es una preocupación constante, ya que los fenómenos naturales ocurren de manera permanente en el transcurso del año en la región centroamericana, atacando a todo el territorio del país, esencialmente en los puntos de mayor vulnerabilidad.

Todos los años ocurren en el país desastres que impactan la economía de las zonas que afectan, provocando daños y pérdidas en sectores como agricultura, vivienda, infraestructura vial, entre otros. Así, en 2010, se presentaron varios eventos que causaron daños y pérdidas en varios municipios del país, entre ellos los más afectados fueron los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso.

Estos daños y pérdidas no han sido valorizados considerando un tipo de metodología que permita estimarlos de una manera integral, para brindar información básica acerca de los impactos de los desastres a los tomadores de decisiones, siendo este uno de los objetivos del presente trabajo que busca aplicar una metodología para realizar tal valoración.

La estimación de daños y pérdidas en las zonas de estudio puede ayudar a responder preguntas como las siguientes: ¿Cuál es el valor estimado de las pérdidas por desastres de origen natural ocurridas durante el año 2010? ¿Qué sectores han sido los más afectados? ¿Se contribuyó a la mejora del inventario de desastres en el país? ¿De qué forma el análisis de daños y pérdidas por desastres a nivel municipal puede contribuir al fortalecimiento de las capacidades de respuesta a desastres y a la reducción de la vulnerabilidad de los municipios ante las amenazas a las que están expuestos?

En consecuencia a esta problemática, es de suma importancia contar con metodologías que traten de hacer estimaciones monetarias del impacto generado posterior a un desastre, para que ayuden a contribuir a la reducción del riesgo de desastres en el país.

MÉTODO

Selección del área de estudio

Se determinó como área de estudio a los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, considerando que durante el año 2010 se registró en estos un significativo impacto debido a desastres de origen natural provocados por eventos como las tormentas tropicales Agatha y Matthew (ver mapa 1).

Mapa 1. Ubicación general de la zona de estudio



Extracción de datos de Francisco Morazán y El Paraíso desde la base de datos DesInventar

Se realizaron consultas en la base de datos para Honduras del sistema DesInventar, filtrando las fichas correspondientes a los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. Dichos datos de cada ficha fueron exportados a formato de Excel para poder ser procesados en un editor de hojas de cálculo. Asimismo, se obtuvo información de acerca de daños y pérdidas proveniente de diferentes instituciones del país.

Metodología para la estimación de daños y pérdidas por desastres de origen natural

Metodología seleccionada

Para este estudio se tomó como guía la metodología de evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de desastres de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la cual clasifica las áreas de impacto de un desastre en 3 sectores, que son sector infraestructura, sector económico y sector social. Se tomó como guía la metodología de la CEPAL porque se basa en más de 3 décadas de

investigación llevada a cabo durante visitas a los lugares donde han ocurrido los desastres, en momentos posteriores a los mismos, siendo capaces de evaluar cuáles son los efectos a corto y largo plazo. En la estimación de daños se recomienda que una vez pasada la etapa de emergencia posterior a un desastre, se haga la evaluación de los efectos directos e indirectos del evento, así como de sus consecuencias para el bienestar social y desarrollo económico.

Los efectos de un fenómeno natural se han clasificado por la CEPAL en daños directos e indirectos. Los directos son aquellos que alteran los acervos, es decir, son los que sufren los activos inmovilizados, destruidos o dañados y los infligidos a las existencias (de bienes finales o en proceso, materias primas, materiales y repuestas). Entre los principales rubros de esta categoría se cuentan la destrucción total o parcial de infraestructura física, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario; perjuicios en las tierras de cultivo, en obras de riego, embalses, etc. En cuanto a la agricultura, la destrucción de la producción que ya estaba lista para ser cosechada debe valorarse e incluirse también como un daño directo.

Este tipo de daños directos por lo general se registran en el momento del desastre o pocas horas después del mismo; generalmente son de duración corta, pero en el caso de los desastres con un largo periodo de gestación como una sequía o el fenómeno El Niño, los efectos también pueden verse durante un largo periodo de tiempo.

Los daños indirectos son los que se producen sobre los flujos de producción de bienes y servicios. Se refieren básicamente a los bienes y servicios que se dejan de producir o de prestar durante un lapso que se inicia después de acaecido el desastre y que puede prolongarse durante la fase de rehabilitación y reconstrucción, la cual convencionalmente se ha establecido en un máximo de cinco años, aunque las mayores pérdidas ocurren durante los dos primeros. En todo caso, el cálculo de su efecto debe extenderse el tiempo que sea requerido para alcanzar la recuperación parcial o total de la capacidad productiva. Por lo general son más difíciles de observar o cuantificar que los daños directos.

El análisis de los daños directos e indirectos se hace por sectores, considerando la siguiente clasificación:

1. Sectores sociales: población afectada, vivienda y asentamientos humanos, educación y cultura, salud.
2. Infraestructura: energía, agua potable y saneamiento, transporte y

comunicaciones.

3. Sectores económicos: agropecuario, industria y comercio, turismo.
4. Efectos globales de los daños: medioambiente.

Análisis de los factores utilizados para la estimación

Para estimar los daños directos e indirectos (pérdidas) ocasionados por desastres de origen natural ocurridos en el 2010, enfocándose en cada sector, se consideraron los siguientes factores:

1. Sector social: vivienda y asentamientos humanos. La estimación monetaria de daños ocasionados por desastres de origen natural se realizó con base al valor de reposición, considerando los precios actuales de los materiales de construcción, mano de obra o insumos necesarios para reponer, reparar o reconstruir las estructuras dañadas o destruidas tomando en cuenta el grado o nivel de daño de la vivienda, el tipo de vivienda y la zona en la cual se encontraba ubicada.
2. Sector social: salud. El principal impacto en sector salud durante el año 2010, fue la rápida propagación de la epidemia del dengue, por lo cual se consideró el número de atenciones en hospitales a pacientes con la infección viral del dengue clásico y dengue hemorrágico, así como los costos que implica para el centro hospitalario la atención de los pacientes. También se consideraron los gastos que implica la campaña de prevención de la epidemia del dengue, tomando como principal factor el costo de la compra y distribución de abate en los barrios y colonias del país.
3. Sector infraestructura: transporte y comunicaciones (red vial). Se revisaron exhaustivamente los costos provenientes de materiales de construcción y costos de mano de obra actualizados hasta julio de 2010 en la zona de Tegucigalpa y zona sur, en materia de construcción de pavimentos rígidos con concreto hidráulico, para lo cual se utilizó el manual de precios de la Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción (CHICO).
4. Sector infraestructura: distribución de agua potable y saneamiento. Para las estimaciones de daños fue necesario considerar los costos por reparación de cada tramo de acueducto dañado, los cuales son administrados y ejecutados por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).
5. Sector infraestructura: energía. El principal recuento de daños en materia de

energía corresponde a pérdidas por falta de energía eléctrica y daños en circuitos madre e igualmente por el tendido eléctrico dañado por ramas de árboles que detuvieron el flujo de corriente. Por tanto, se solicitó a la ENEE la información correspondiente por reparaciones de estos daños, con la comisión de transparencia de la misma institución, en formato físico y digital para su posterior procesamiento y análisis.

6. Económico: agricultura y ganadería. En este sector se consideraron los daños en agricultura y ganadería (cabezas de ganado vacuno y porcino, cultivos de maicillo, plátano, palma africana, caña de azúcar, frijol, arroz, papa y sorgo, entre otros), se solicitaron los datos a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) para el departamento de Francisco Morazán y El Paraíso (ya que en el municipio del Distrito Central no se registraron daños o pérdidas) correspondientes a los desastres de origen natural con mayor trascendencia, como la tormenta tropical Agatha y las tormentas tropicales de los meses de agosto y septiembre de 2010.
7. Otros sectores: medioambiente. Se debe considerar el impacto económico generado por los daños al medioambiente, sobre todo los causados por incendios forestales que dañan los bosques, ya que estos pueden implicar daños a la industria de la exportación de madera, además del impacto sobre el ecosistema debido a la contaminación de fuentes de agua y emanación de CO_2 en la atmósfera.

La metodología de estimación de los daños directos por incendios forestales ha sido desarrollada por el Instituto Hondureño de Conservación y Desarrollo Forestal y Vida Silvestre (ICF). De esta manera, el daño sobre los bosques ocasionados por incendios forestales, se estimó considerando el costo de sustitución de un árbol de pino quemado, además de las actividades de prevención de incendios que involucra:

1. Costo por planta lista para plantación.
2. Costo necesario para establecer apropiadamente una plántula en el sitio definitivo.
3. Costo de construcción por kilómetro de ronda corta fuego con una dimensión de 5 metros de ancho, limpiando con machete y rastrillo-azadón 1 metro en cada lado de la ronda y quemado el centro.
4. Las quemas a realizar, estas se prescriben principalmente para la protección de bosques jóvenes, en regeneración natural, plantaciones establecidas, así como otras que se consideren de importancia.

5. Protección contra incendios de toda el área bajo manejo.
6. Evaluación y manejo de regeneración natural y plantaciones (podas, limpiezas y aclareos).

Por lo tanto, deben considerarse cada uno de los costos por hectárea de bosque y relacionándolo con el número de hectáreas dañadas, se obtendrá el valor de daños en este sector.

Fuentes y recopilación de información

1. Sector social: vivienda y asentamientos humanos. Se recolectó información proveniente de la Cámara Hondureña de la Construcción (boletín estadístico) 2010. Asimismo, se revisaron los costos de los materiales de construcción y costos de mano de obra actualizados hasta julio de 2010 en la zona de Tegucigalpa y zona sur, para la posterior estimación de precios en el cuadro de costo de viviendas.
2. Sector social: salud. Se consideraron los costos de atención de un paciente con dengue clásico y de un paciente con dengue hemorrágico; estos datos fueron provistos por la administración de los hospitales públicos, específicamente por el director del Hospital Escuela, Dr. Marco Molinero, y los que fueron publicados por *Diario El Heraldo*, en su edición del 1 de julio de 2010. También se consideraron como costos indirectos aquellos referentes a la campaña de prevención y los costos de distribución de abate en los barrios y colonias de las zonas de estudio.
3. Sector infraestructura: transporte y comunicaciones (red vial). Se realizaron visitas a la Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI); Alcaldía Municipal del Distrito Central (Catastro), con el objetivo de recopilar información sobre los tramos dañados (km) a causa de desastres de origen natural durante el año 2010. Se enviaron las solicitudes requeridas de los sitios antes mencionados, en físico y digital, mediante las direcciones de correos electrónicos otorgados por la Comisión Permanente de contingencias (COPECO).
4. Sector infraestructura: distribución de agua potable y saneamiento. Se solicitó a la oficina de transparencia del SANAA, por medio de la Lic. Marcela Girón, el monto invertido en reparación de tramos de acueductos y alcantarillados dañados como efecto de los desastres de origen natural, incluyendo una breve

descripción de los daños, las colonias afectadas y las fechas de dichas reparaciones.

5. Sector infraestructura: energía. Se trabajó directamente con la información provista por la ENEE correspondiente a reparaciones hechas al sistema de suministro de energía eléctrica en las zonas bajo estudio, dicha información esta detallada por zonas (barrios o colonias).
6. Económico: agricultura y ganadería. Se solicitó a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG, a través de la oficina de transparencia de dicha institución, datos sobre cantidad de hectáreas de cultivos afectados y cabezas de ganado perdidos durante el año 2010 y el costo directo que implicaron dichos daños.
7. Otros sectores: medioambiente: Los datos fueron brindados por el Instituto Hondureño de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, a través del Ing. Alejandro Somoza.

Proceso de la información recopilada

A. Sector social: vivienda y asentamientos humanos.

Se realizó una categorización de las viviendas y se calculó el costo promedio de cada tipo de vivienda, para así tomar en cuenta el boletín informativo de la Cámara Hondureña de la Construcción 2010 (CHICO) sobre precios de materiales de construcción y mano de obra.

1. Categorización de las viviendas

Se clasificó el tipo de vivienda en vivienda rural y vivienda urbana; a su vez, cada una se categorizó de acuerdo a ubicación y área de construcción invertida.

a. Zona urbana: Para este cálculo se consideró un área de 14x25 y materiales estándar.

1) Categoría U1 (urbana-alta):

- Casa de habitación ubicada en una zona residencial.
- Vivienda con cerámica, servicios públicos (electricidad, agua potable, telefonía, servicios de cable) en condiciones de vida óptima.

2) Categoría U2 (urbana-media):

- Casa de habitación con un nivel medio, con las condiciones básicas para una vida promedio.
- Vivienda con una habitación, servicios básicos.

3) Categoría U3 (urbana-baja):

- Casa de habitación de condiciones mínimas.
- No se consideran costos de acabados con cerámica, vidrio, repello, pulido de paredes y pintura.
- No se consideran costos de excavación en el terreno.
- Se considera solo mobiliario básico, por ejemplo, no cuenta con estufa eléctrica, lavadora de ropa o varios aparatos electrónicos.

b. Zona rural:

1) Categoría Ru1 (rural media):

- Casa de habitación en zona rural bastante parecidas a la categoría U3 (urbana-baja).

2) Categoría Ru2 (rural baja):

- Habitación en condiciones precarias en todos los sentidos humanos y sanitarios posibles.

2. Estimación de daños directos

La estimación del costo de construcción de la vivienda incluye el costo presupuestado de materiales y mano de obra para una vivienda promedio, es decir, de 2 habitaciones, sala, comedor y cocina; además, se considera un porcentaje por la plusvalía de la zona donde está ubicada la misma. A este valor se le sumó el costo del mobiliario básico de una casa, incluyendo solo los electrodomésticos básicos, camas, muebles de sala e implementos de cocina.

- a. Para el cálculo de los daños directos en viviendas destruidas y afectadas se tomó en consideración lo siguiente:

- 1) Costos de mano de obra para la construcción de una vivienda de 14x25 m, con paredes de bloque.
- 2) Costo de limpieza o remoción de escombros del terreno de construcción.
- 3) Costo de materiales de construcción.
- 4) Costo de mobiliario promedio de una vivienda para una familia de 5 personas.

b. Para la estimación de daños indirectos se consideró lo siguiente:

- 1) Recolección de escombros y material por vivienda destruida o dañada.
- 2) Alquiler de equipo de construcción para la recolección y transporte al lugar de destino.
- 3) Se calcularon los daños indirectos (pérdidas) correspondientes a la remoción de escombros de viviendas afectadas, en las cuales se tomó como base la cantidad de construcción por m² en una vivienda estándar; junto con la información brindada por el boletín estadístico de la CHICO: alquiler del equipo, edad de la máquina, lugar del proyecto, tiempo mínimo estimado de trabajo, tiempo de arrendamiento y se estimó el costo por remoción de escombros para viviendas dañadas total o parcialmente.

3. Costo de viviendas dañadas o afectadas parcialmente

La estimación monetaria de viviendas afectadas parcialmente se obtuvo a partir de ciertas ponderaciones pertinentes que menciona la *Metodología de evaluación de impacto socioeconómico y ambiental de desastres de la CEPAL*. Al momento de incluir un costo por daños directos parciales sobre bienes de construcción, inicialmente se estimó como un porcentaje del 30, 40 o 50 por ciento del costo de una vivienda estándar (de acuerdo a la información existente del hecho del desastre vía noticia o también con base a cálculos estadísticos Gumbel para relleno de datos de daños y pérdidas a partir del historial de desastres en la zona y a partir de estimaciones de profesionales de la ingeniería mediante observaciones visuales de la zona).

Se decidió que para los cálculos de este trabajo, el porcentaje utilizado para poder estimar dichos daños y pérdidas en viviendas dañadas sería de 30 % del costo total de reconstrucción de vivienda, debido a la falta de detalle en las fichas existentes sobre cada uno de los daños en las viviendas y teniendo en cuenta que al momento de estimar los porcentajes de pérdidas por viviendas dañadas parcialmente, entre 40 y 50 por ciento los cálculos de costos eran muy altos, según una primera estimación.

Específicamente, para la zona sur del país, se cuenta con fichas en las cuales el número de viviendas afectadas es mayor a 100 viviendas y en algunos casos hasta 600, en las cuales no se especifica el grado de daño; considerando el elevado número de hogares afectados, se asume que son daños leves o no directos a la infraestructura de las viviendas por tanto se tomó un porcentaje de daño de solo el 5 %.

B. Sector social: salud

1. Daños directos

Se consideraron como daños directos el costo del tratamiento de un paciente con dengue clásico, que de acuerdo a las autoridades del Hospital Escuela es de siete mil lempiras en promedio y el monto del costo por paciente se incrementa en el caso del dengue hemorrágico, ya que el valor del tratamiento es de entre 15 a 20 mil lempiras.

2. Daños indirectos

Se consideró el costo de distribución del abate en los barrios y colonias, el cual se presupuesta anualmente por las autoridades de Salud y es de entre 19 y 20 millones de lempiras, equivalente a unos 35 mil kilos de abate.

También se asumió el costo de reparaciones y acondicionamiento hecho a la sala de atención de pacientes con dengue del centro hospitalario San Felipe, que fue aprobado por SOPTRAVI, debido a la necesidad de internar a dichos pacientes. La actividad consistió en el cambio de 500 metros cuadrados del techo con estructura metálica, modificaciones en las instalaciones eléctricas, además de otras reparaciones menores en otras salas. El proyecto se llevó a cabo con una inversión de 1.3 millones de lempiras.

a. Sector infraestructura: transporte y comunicaciones (red vial)

Para la estimación de daños y pérdidas se solicitó información acerca de

daños y pérdidas en materia de infraestructura vial, de las cuales solo fue otorgada información acerca del costo por m², de reposición de un pavimento asfáltico dado por la oficina de la Dirección General de Carreteras.

También se pidió a la Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI), información referente al número de kilómetros dañados en las diferentes zonas afectadas por desastres. Igualmente, se envió solicitud de información al Fondo Vial referente a proyectos de reconstrucción o reparación de tramos carreteros afectados, la cual fue satisfactoriamente aprobada.

Para la estimación de costos en este sector se tomó directamente el costo de reparación de las vías afectadas por lluvias e inundaciones, provista por el Fondo Vial. Algunas de las reparaciones necesarias aún no han sido ejecutadas por falta de fondos, pero se encuentran en su totalidad aprobadas. Cada uno de los proyectos detalla la zona específica en la cual se llevará a cabo.

b. Sector infraestructura: servicio de distribución de agua potable y saneamiento

El SANAA proporcionó información sobre los costos de reparación de acueductos y alcantarillados dañados debido a desastres de origen natural durante el 2010, el siguiente paso fue correlacionar los datos con la zona sur del país y en el Municipio del Distrito Central, identificando las fechas y desastres a las cuales correspondían.

Para el Municipio del Distrito Central se identificaron un total de 19 fichas que registran daños en este sector. Además, se encontró que algunas de las reparaciones hechas por el SANAA aún no estaban registradas como daños en el sistema DesInventar, por lo que se procedió a clasificarlas dependiendo de la fecha y zona, para saber a qué desastre natural corresponden y poder ingresarlas en el sistema DesInventar, esto generó un total de 4 fichas, para las cuales se da un monto específico del costo de la reparación.

c. Sector infraestructura: energía

Para la estimación de daños en el sector de energía se solicitó información a la ENEE, dicha institución brindó un cuadro resumen con las reparaciones que se realizaron al sistema de suministro de energía eléctrica, especificando la fecha de la reparación, la ubicación y el monto en lempiras de dicha

reparación.

Por tanto, se trabajó directamente con los montos provistos por la ENEE, correlacionándolos con las diferentes fichas existentes en el sistema DesInventar.

d. Económico: agricultura y ganadería

En esta sección se consideraron los daños en agricultura y ganadería (cabezas de ganado, cultivos de maicillo, plátano, palma africana, caña de azúcar, frijol, arroz, papa y sorgo, entre otros), que fueron estimados por la SAG para el departamento de Francisco Morazán y El Paraíso, correspondientes a los desastres de origen natural con mayor trascendencia. Los daños directos sobre cultivos se calcularon utilizando el costo de producción de cada uno de los productos o insumos, por quintales o libras.

e. Otros: medioambiente

1) Daños directos en bosques debido a incendios forestales

El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) se encuentra desarrollando una metodología para el análisis de daños directos e indirectos a bosques, reservas forestales y áreas protegidas, a causa de incendios y plagas; tomando como referencia trabajos realizados anteriormente por estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano y también otra metodología del impacto ambiental desarrollada por investigadores de Suiza, en la cual se evaluó específicamente la biósfera del río Plátano. Los estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana estimaron el monto de L.7,000.00 para daños directos por hectárea de bosque quemada.

Por otra parte, la investigación llevada a cabo en la biósfera del río Plátano que considera la reposición de plantas, la emisión de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera, pérdidas de fauna (especies protegidas) y restauración del suelo quemado, entre otros parámetros, estableció un costo de L. 900,000.00 por hectárea quemada de la biósfera. Por lo cual, el ICF, tomando consideraciones de ambas investigaciones previas, ha desarrollado su propia metodología (documento en proceso de publicación) en la cual establece el costo por daños directos como un rango desde los L.15,000.00 considerando bosques con poca infraestructura de vigilancia, poco poblado de flora y fauna; hasta los L. 20,000.00 en donde sí exista infraestructura de vigilancia y mayor población de vida silvestre (ICF, 2011).

En el caso particular del área de El Picacho, se estableció un monto de L. 22,000.00 debido a la existencia de un zoológico; en consecuencia, considerando la metodología desarrollada por los especialistas nacionales y extranjeros, se decidió considerar el monto promedio de las estimaciones utilizadas por el ICF, es decir, L.17,500.00 por hectárea, como monto por daño directo.

2) Daños indirectos o pérdidas en bosques debido a incendios forestales

Se consideraron en este apartado los costos en los que incurre el ICF, tales como medidas de prevención o mitigación de incendios forestales y plagas, los cuales están detallados en la tabla 1.

Tabla 1. Medidas de prevención o mitigación ante incendios forestales (variables de ajuste a considerar en el procedimiento de cálculo del precio base en áreas bajo manejo forestal)

Descripción	Valor en Lps.
Ajuste por establecimiento de viveros forestales: costo por planta lista para plantación.	8.56
Ajuste por establecimiento de plantaciones forestales: determina las actividades y el costo correspondiente necesarias para establecer apropiadamente una plántula en el sitio definitivo.	4.96
Ajuste por construcción de rondas cortafuegos: incluye el costo de construcción por kilómetro de ronda corta fuego con una dimensión de 5 metros de ancho, limpiando con machete y rastrillo-azadón, 1 metro en cada lado de la ronda y quemando el centro.	2,437.50 por km
Ajuste por la realización de quemas prescritas: Las quemas a realizar, se prescriben principalmente para la protección de bosques jóvenes, en regeneración natural, plantaciones establecidas así como otras que se consideren de importancia.	1,593.75 por ha
Ajuste por vigilancia en el marco de la protección forestal.	15.13 po ha
Ajuste por combate de incendios forestales: dado que esta actividad corresponde a la protección contra incendios de toda el área bajo manejo (promedio 7,000 has), se plantea como un incentivo de Lps. 20.00 por hectárea no afectada por incendio forestal.	20.00
Ajuste por coordinación de regeneración de campaña de protección y asistencia técnica.	13.26 por ha
Ajuste por manejo de regeneración natural y plantaciones (podas, limpiezas y aclareos).	2,775.00 por ha
Ajuste por evaluación de la regeneración natural.	116.50 por ha

Fuente: elaboración propia con datos del ICF.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se resumen a continuación:

1. Se elaboró un presupuesto de construcción de una casa estándar de área 24x15 metros para cada una de las categorías definidas, lo cual representa un buen aporte a la metodología que se propone.
2. Se elaboró una metodología para la estimación de daños y pérdidas para las diferentes áreas bajo estudio, considerando su reproducción en otras zonas del país.
3. Se generaron mapas de estimación de daños y pérdidas por desastres para el año 2010 para las zonas de estudio.
4. La tabla 2 resume la estimación de daños y pérdidas para el Distrito Central, para los demás municipios del departamento de Francisco Morazán y para el departamento de El Paraíso, para el sector social: viviendas y asentamientos humanos.

Tabla 2. Resumen de estimación de daños y pérdidas sector social: viviendas y asentamientos humanos

Sector Social: Viviendas y asentamientos humanos	Viv. afectadas	M. Distrito Central	45,168,775.99	138,201,890.05
		Francisco Morazán	40,849,516.32	
		El Paraíso	52,183,597.75	
	Viv. destruidas	Tegucigalpa	57,203,066.00	261,621,946.67
		Francisco Morazán	29,379,152.67	
		El Paraíso	175,039,728.00	

*Los valores monetarios están expresados en lempiras.

5. La tabla 3 resume la estimación de daños y pérdidas del sector social: viviendas y asentamientos humanos indicando número de colonias y municipios afectados.

Tabla 3. Resumen de estimación de daños y pérdidas del sector social: viviendas y asentamientos humanos indicando número de colonias y municipios afectados

Zona geográfica	Número de municipios o colonias afectadas	Viviendas destruidas	Viviendas afectadas	Monto de daños y pérdidas por viviendas destruidas	Monto de daños y pérdidas por viviendas afectadas	Estimación total de daños y pérdidas en lempiras
M. Distrito Central	99	40	512	12,034,290.02	45,168,775.99	57,203,066.00
Francisco Morazán	13	111	962	29,379,152.67	40,849,516.32	70,228,668.99
El Paraíso	6	337	605	175,039,728.00	52,183,597.75	227,223,325.75
TOTAL	118	488	2079	216,453,170.69	138,201,890.06	354,655,060.74

*Los valores monetarios están expresados en lempiras.

6. Sector social: salud. La tabla 4 resume los daños y pérdidas registrados para el Municipio del Distrito Central, los cuales alcanzan los 369 millones de lempiras. Debe considerarse que el Municipio del Distrito Central alberga dos de los centros hospitalarios más grandes del país, Hospital Escuela y Hospital San Felipe, que prestan sus servicios a un amplio rango de población de las áreas rurales, por lo cual es justificable el elevado número de atenciones médicas de pacientes con dengue clásico como hemorrágico.
7. La tabla 4 muestra la estimación de daños y pérdidas durante el año 2010 para el sector social: salud para el Municipio del Distrito Central, los demás municipios del departamento de Francisco Morazán y el departamento de El Paraíso.

Tabla 4. Estimación de daños y pérdidas durante el año 2010, sector social: salud

Municipio del Distrito Central				
Daños	Descripción	Número de pacientes	Estimación de costos (lempiras)	Estimación de costos (\$ US)
Directos	Atención de pacientes con dengue clásico	33,066.00	231,462,000.00	245,370.86
	Atención de pacientes con dengue hemorrágico	7,834.00	137,095,000.00	7,252,936.20
Indirectos	Acondicionamiento sala de atención Hospital San Felipe	–	1,300,000.00	68,775.79
	Acciones de control y operativos de salud	–	30,092.59	1,592.03
TOTAL		40,900.00	369,887,092.59	19,568,674.88
Francisco Morazán				
Daños	Descripción	Número de pacientes	Estimación de costos (lempiras)	Estimación de costos (\$ US)
Directos	Atención de pacientes con dengue clásico	36,342.00	254,394,000.00	13,375,078.86
	Atención de pacientes con dengue hemorrágico	8,016.00	140,280,000.00	7,375,394.32
Indirectos	Acciones de control y operativos de salud	–	812,500.00	42,718.19
TOTAL		44,358.00	395,486,500.00	20,793,191.38
El Paraíso				
Daños	Descripción	Número de pacientes	Estimación de costos (lempiras)	Estimación de costos (\$ US)
Directos	Atención de pacientes con dengue clásico	4,654.00	32,578,000.00	1,712,828.60
	Atención de pacientes con dengue hemorrágico	2,046.00	35,805,000.00	1,882,492.11
Indirectos	Acciones de control y operativos de salud	–	541,666.67	28,478.79
TOTAL		6,700.00	68,924,666.67	3,523,799.51

8. Sector infraestructura: distribución de agua potable y saneamiento. Los costos de reparación de acueductos y alcantarillados en los diferentes barrios y colonias de las zonas de estudio se detallan en la tabla 5 para el Municipio del Distrito Central y los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso.
9. El Distrito Central muestra un total de 19 fichas en las cuales se registran daños, mientras que el departamento de Francisco Morazán muestra 2 fichas y el departamento de El Paraíso muestra un total de 20 fichas.
10. Para el Municipio del Distrito Central se identificaron 14 fichas como reparaciones comunes, que hacen a un monto de L. 5,357.14 por ficha, lo cual implica un monto de L.75,000.00. Las restantes 5 fichas detallan proyectos específicos de mayor magnitud, que juntas ascienden a un monto de 2.32 millones de lempiras; de esta forma, el impacto total para el Municipio del Distrito Central es de 2.4 millones de lempiras. En el caso del departamento de Francisco Morazán, se registran daños por 3.8 millones de lempiras distribuidos en 2 fichas y para el departamento de El Paraíso se registraron 20 fichas, con un monto total de daños de 4.8 millones de lempiras.

Tabla 5. Estimación de daños y pérdidas para el Municipio del Distrito Central y demás municipios de Francisco Morazán y El Paraíso para el sector infraestructura: distribución de agua potable y saneamiento

Zona	No. de fichas	Estimación de daños y pérdidas	
		Total (lempiras)	Total (US dólares)
M. Distrito Central	19	2,401,959.96	126,286.01
Francisco Morazán	2	3,811,448.00	200,391.59
El Paraíso	20	4,864,000.00	255,730.81
TOTAL		6,213,407.96	326,677.60

11. Sector infraestructura: energía. La tabla 6 detalla los costos de reparación de líneas de tendido eléctrico en el Municipio del Distrito Central durante el año 2010; son un total de 56 fichas que representan un monto de 281 mil lempiras. No se lograron obtener datos para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso.

Tabla 6. Estimación de daños y pérdidas para el Municipio del Distrito Central para el sector infraestructura: energía

Zona	No. de fichas	Estimación de daños y pérdidas	
		Total (lempiras)	Total (US dólares)
M. Distrito Central	56	2,891,723.02	14,905.82

12. Sector infraestructura: transporte y comunicaciones. Los costos debido a reparaciones en los diferentes tramos carreteros afectados por desastres de origen natural están detallados en la tabla 7 para el Municipio del Distrito Central; tal como se observa, se registran daños por 53 millones de lempiras. No se lograron obtener datos para los demás municipios de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso.

Tabla 7. Estimación de daños y pérdidas para el Municipio del Distrito Central para el sector infraestructura: transporte y comunicaciones

Zona	No. de fichas	Estimación de daños y pérdidas	
		Total (lempiras)	Total (US dólares)
M. Distrito Central	56	53,075,119.47	366,166.43

13. Sector económico: agricultura y ganadería. La tabla 8 registra los daños en el sector económico: agricultura y ganadería, para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. La estimación monetaria de daños y pérdidas realizada por la SAG asciende a 5,706,046.42 lempiras en materia de cultivos y ganado para Francisco Morazán y El Paraíso, pero debido a la falta de información específica de cada sector, la misma se distribuyó equitativamente entre las diferentes fichas en las cuales coincidían las fechas con el evento natural registrado como causante de los daños y pérdidas.

Tabla 8. Estimación de daños y pérdidas para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso para el sector económico: agricultura y ganadería

Zona	Número de hectáreas afectadas	Costo total Lps.	Costo total. dolares (US)
Francisco Morazán	1,640.00	70,484,708.00	3,705,820.61
El Paraíso	6,687.00	38,044,295.00	2,000,225.81
TOTAL	8,327.00	108,529,003.00	5,706,046.42

14. Otros sectores: medioambiente. La tabla 9 muestra la estimación de daños y pérdidas para el sector de medioambiente para el Municipio del Distrito Central, los demás municipios de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso.

Tabla 9. Estimación de daños y pérdidas para los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso para el sector medioambiente

Zona	Número de hectáreas quemadas	Costo total Lps.	Costo total. dolares (US)
M. Distrito Central	490.88	22,238,650.00	1,169,224.54
Francisco Morazán	1,525.15	69,094.846.55	3,632,746.93
El Paraíso	5,659.38	256,390,514.14	13,480,048.06
TOTAL	7,675.41	347,724,011.49	18,282,019.53

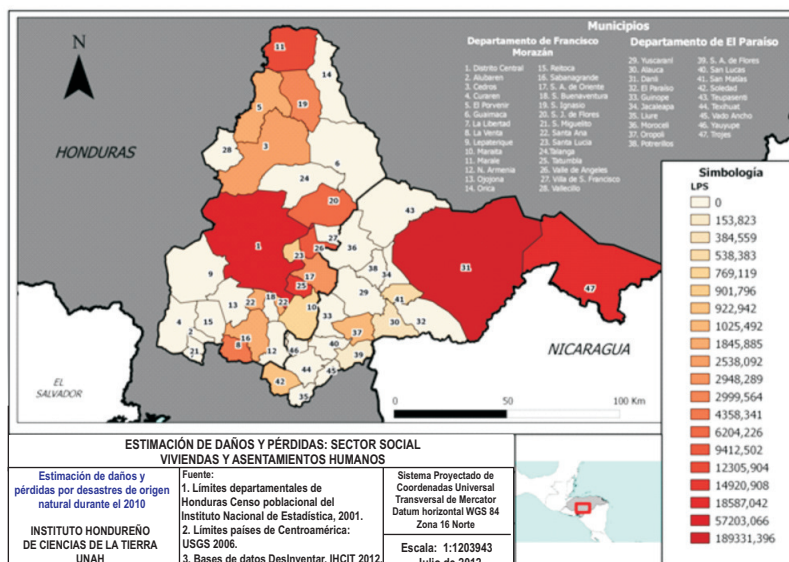
15. La tabla 10 presenta el resumen de la estimación de daños y pérdidas para los diferentes sectores analizados en las zonas de estudio.

Tabla 10. Resumen de estimación de daños y costos para los diferentes sectores analizados

Sector		Estimado de daños y pérdidas						
		Municipio del Distrito Central (lempiras)	Francisco Morazán (lempiras)	El Paraíso (lempiras)	Total lempiras	Total dolares (US)	Total por sector lempiras	Total por sector dolares (US)
Social	Vivienda y asentamientos humanos	57,203,066.00	117,273,114.49	227,223,325.75	401,699,506.24	21,119,847.86	1,235,997,765.50	64,984,109.65
	Salud	369,887,092.59	395,486,500.00	68,924,666.67	834,924,666.67	43,864,261.79		
Infraestructura	Transporte y Comunicaciones	53,075,119.47	-	-	53,075,119.47	2,790,489.98	64,434,250.45	3,387,710.33
	Distribución de agua potable y saneamiento	2,401,959.96	3,811,448.00	4,864,000.00	11,077,407.96	582,408.41		
	Energía	281,723.02	-	-	281,723.02	14,811.94		
Económico	Agricultura y ganadería	-	70,484,708.00	38,044,295.00	108,529,003.00	5,706,046.42	108,529,003.00	5,706,046.42
Otros	Medio Ambiente	22,238,650.80	69,094,846.55	256,390,514.14	347,724,011.49	18,282,019.53	347,724,011.49	18,282,019.53
TOTAL		505,087,611.85	656,150,617.03	595,446,801.56	1,756,685,030.44	92,359,885.93	1,756,685,030.44	92,359,885.93

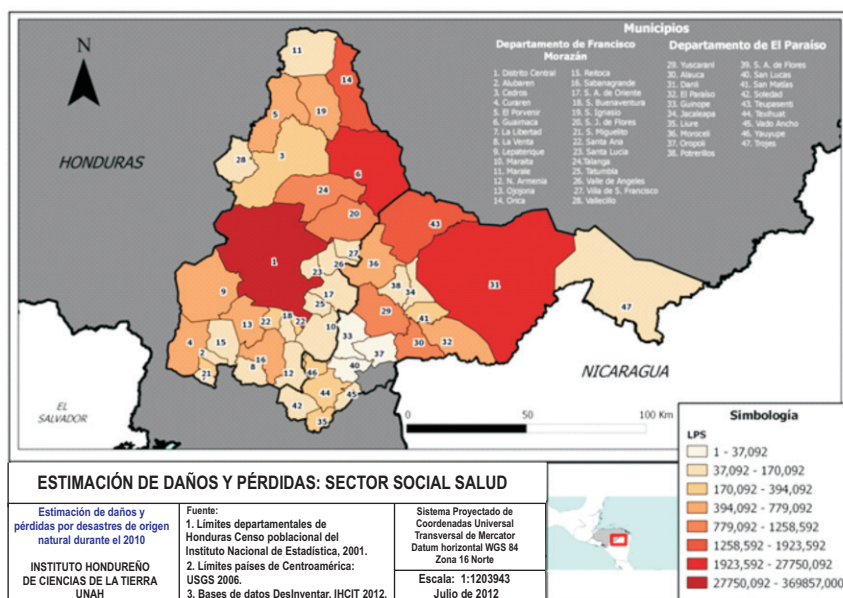
16. El mapa 2 presenta la estimación del costo por daños y pérdidas para la zona de estudio para el sector social: viviendas y asentamientos humanos.

Mapa 2. Estimación del costo por daños y pérdidas sector social: viviendas y asentamientos humanos



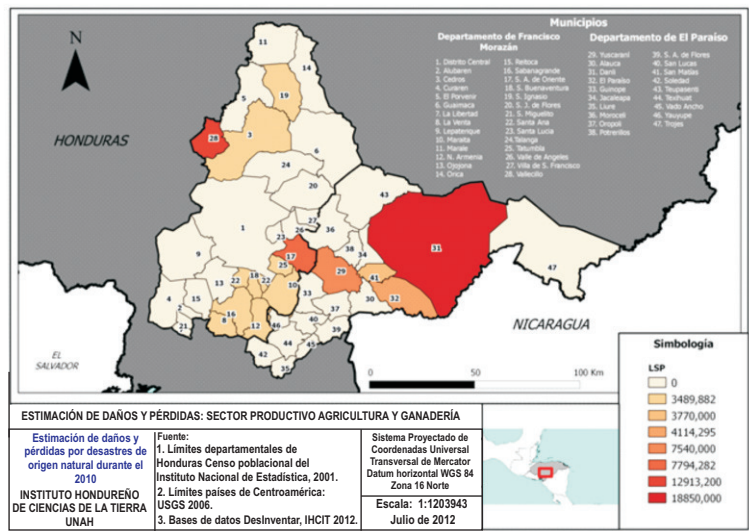
17. El mapa 3 presenta la estimación del costo por daños y pérdidas para la zona de estudio para el sector social: salud.

Mapa 3. Estimación del costo por daños y pérdidas sector social: salud



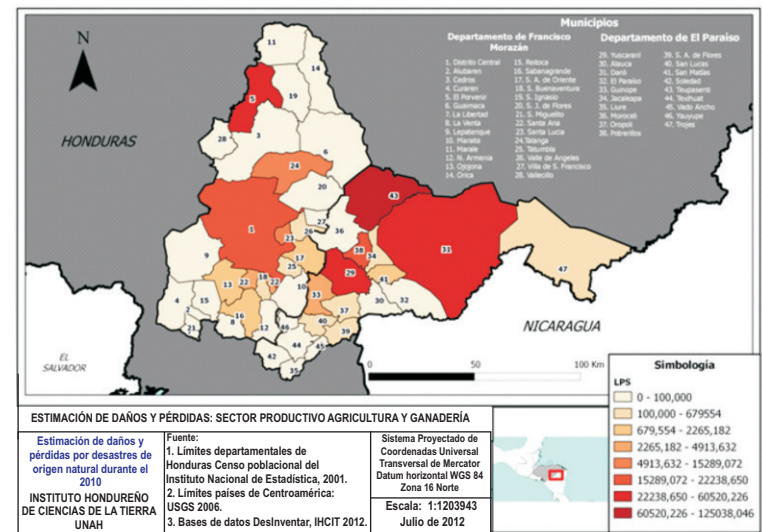
18. El mapa 4 presenta la estimación del costo por daños y pérdidas para la zona de estudio para el sector económico: agricultura y ganadería.

Mapa 4. Estimación del costo por daños y pérdidas sector social: agricultura y ganadería



19. El mapa 5 presenta la estimación del costo por daños y pérdidas para la zona de estudio para el sector medioambiente.

Mapa 5. Estimación del costo por daños y pérdidas sector medioambiente



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El resultado de la estimación de daños y pérdidas en el sector social: viviendas y asentamientos humanos, es uno de los más altos obtenidos durante el estudio para la zona seleccionada, representando un 29.7 %.

Los eventos de mayor frecuencia e impacto durante el año 2010, para las zonas bajo estudio, fueron las inundaciones y deslizamientos causados por lluvias.

Un factor que interviene en el impacto de los daños y pérdidas es la existencia de muchas familias que habitan en zonas de alto riesgo; así, las llamadas invasiones de barrios y colonias son muy comunes en la periferia de la capital hondureña, por ejemplo, donde se hacen construcciones sin tomar en cuenta las medidas de seguridad y en muchos casos son viviendas precarias, en terrenos propensos a deslizamiento o inundaciones. Es sabido que el aspecto económico tiene mucha influencia en estas actividades, pero también debe considerarse el papel que deben desempeñar las autoridades municipales al permitir este tipo de procesos.

La estimación de daños y pérdidas para el sector social salud, para toda la zona de estudio, dio como resultado la alarmante suma de 22.6 millones de dólares (430 millones de lempiras), siendo este subsector el más alto de todos los estudiados, lo cual implica que la salud es uno de los subsectores más frágiles para la población hondureña. Analizando la estimación de daños en este sector, se puede observar que del total estimado, el 99.7 % (es decir 428 millones de lempiras) se invirtieron en la atención de emergencia a la epidemia del dengue y solo un 0.03 % (1.47 millones de lempiras) se invirtieron en las acciones de mitigación y prevención de la misma, lo cual señala una endeble preparación ante una amenaza que persiste año tras año para la población hondureña. Un aumento del presupuesto para prevención de una nueva epidemia de dengue, generaría una reducción significativa para el estado del gasto por atención de pacientes en hospitales públicos.

El sector infraestructura transporte y comunicaciones presenta daños y pérdidas por el orden de 53 millones de lempiras, siendo uno de los sectores que es fuertemente afectado por desastres de origen natural y debido al enorme impacto que tiene en la economía de la nación como un todo, considerando que daños en tramos carreteros dejan incomunicados a sectores de la población durante días o semanas, o en otros casos obligados a usar vías altamente congestionadas durante largos periodos de tiempo, como sucede con el tráfico del bulevar Fuerzas Armadas del Municipio del Distrito Central, que debido a los efectos de la tormenta Agatha colapsó en uno de sus tramos, quedando así el flujo de vehículos de la parte norte de la ciudad

imposibilitado por esta vía durante cerca de 6 meses. Esto generó enormes implicaciones en el tráfico en otras vías de la ciudad capital, provocando pérdida de tiempo y dinero tanto para la población, como para la empresa privada que utilizaba esta vía para el transporte interurbano de productos e insumos. Por tanto, es innegable el efecto dominó que ejerce sobre la economía los daños en el sector infraestructura transporte y comunicaciones.

Al considerar el sector infraestructura distribución de agua potable y saneamiento, se observó que este sector representa 0.82 % del total de daños y pérdidas estimados, en consecuencia, debe considerarse que los daños en este sector afectan el acceso al agua potable para la población, el cual es una necesidad básica, de manera que la falta de prevención de estos efectos representa una fragilidad para la salud de la población.

En el sector económico agricultura y ganadería se registran daños y pérdidas por 108.5 millones de lempiras (5.7 millones de dólares) y considerando que este es uno de los sectores más importantes por su relevancia no solo a nivel monetario, sino en la seguridad alimentaria de los ciudadanos, el impacto puede generar un efecto dominó sobre la economía del resto de la población, logrando de esta manera que la totalidad de la población hondureña sufra los efectos de los desastres de origen natural en forma de un incremento a los precios de los productos alimenticios que son indispensables (canasta básica) o falta de abastecimiento de determinados productos nacionales como el maíz, frijol, arroz, productos lácteos y derivados, entre otros.

Estos efectos fueron ocasionados en su mayoría por eventos del tipo inundaciones, debido a lluvias excesivas, ya que a partir del año 2010 se sintió la presencia del fenómeno de La Niña (en 2009 fue El Niño), lo cual implicó un aumento en el promedio de las precipitaciones, eventos para los cuales la población no estaba preparada.

El sector energía, con un porcentaje de 0.02 %, muestra la fragilidad a la que están expuestos ciertos sectores para los cuales es indispensable el servicio de energía eléctrica, tales como hospitales e industria. Estos daños se dieron en la temporada lluviosa, normalmente provocados por tormentas eléctricas que dañaron esporádicamente algunos postes, cableado eléctrico y transformadores, principalmente en la zona de Tegucigalpa.

Se observó el sector medioambiente con un porcentaje del 25.71 %, del total de daños y pérdidas en el año 2010. Es importante destacar que los efectos de los

incendios forestales son significativos y dañinos para el medioambiente a mediano plazo y este tipo de daños no son representables en su totalidad como una suma monetaria y son difíciles de revertir. Estos eventos también generan daños indirectos a la salud de la población a largo plazo, en forma de enfermedades respiratorias.

La información sobre cada uno de los eventos y sectores analizados en este estudio, es de mucha importancia para las autoridades municipales y gubernamentales, ya que permitirá la toma de decisiones adecuadas enfocadas en la prevención y mitigación de desastres. Por tanto, el sistema DesInventar cumple esta importante misión de registrar dichos daños para su posterior análisis.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación Científica (DICU) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, ya que sin su apoyo financiero este proyecto no hubiese sido posible.

Gracias a Angie Murillo por su asesoría con relación a la metodología de la CEPAL y a Nabil Kawas, director del Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra (IHCIT) por el apoyo brindado al proyecto.

Igualmente gracias a todas las instituciones que colaboraron con esta investigación: Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal y Vida Silvestre (ICF), Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), Fondo Vial y Consultores de Ingeniería (CINSA) y asociados.

BIBLIOGRAFÍA

- Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción (2010). Expo-construyendo 2010. *Boletín estadístico*.
- Comisión Económica para América Latina. (2003). *Metodología de evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de desastres*.
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (2010). Información referente a reparaciones al sistema de suministro de energía eléctrica, dañadas debido a vientos muy potentes y lluvias excesivas, realizadas durante el año.
- Fondo Vial. (2011). Cuadro resumen sobre reparaciones a tramos carreteros afectados por desastres de origen natural.

IHCIT-UNAH. (2012). *Sistema de inventario de desastres de origen natural DesInventar*. Disponible en: www.desinventar.org.

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). Manual de procedimiento de ajuste a la valoración del bosque por concepto de inversiones de manejo forestal en áreas de bosque nacional cedidas bajo contrato.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (2011). Estadísticas de daños y pérdidas en ganadería y por cultivos de maíz, frijol y sorgo entre otros.

Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado. Descripción de costos por reparación de acueductos y alcantarillados dañados por desastres de origen natural durante el año 2010.

FcγRIIA-131 asociado a casos severos de dengue en Honduras

Cynthia Rodríguez, Ivette Lorenzana de Rivera¹

RESUMEN

El dengue es una enfermedad de importancia a nivel mundial, por eso recientemente se ha incrementado el interés en buscar los factores genéticos en el huésped asociado a la severidad de la enfermedad, para poder entender más sobre la patogénesis del dengue.

Se investigó si polimorfismos de nucleótido simple (SNP) en genes que codifican para DC-SIGN1-336, el receptor Fc (FcγRIIA) y el receptor de la vitamina D (VDR), están asociados con el dengue severo y si en el grupo de estudio la severidad del dengue se asocia a las infecciones secundarias. Para esta investigación se estudió a un total de 200 participantes con dengue, quienes fueron investigados en Tegucigalpa; 100 casos de dengue clásico y 100 de dengue hemorrágico, clasificados de acuerdo a los criterios de la OMS 2007.

La genotipificación se realizó utilizando PCR RFLP comparado con el ensayo iPLEX (SEQUENOM® Inc. EE.UU.). Un aumento significativo de riesgo de enfermedad severa se observó en FcγRIIA-131, en los portadores de los genotipos CC versus TC ($\chi^2 = 5.29$, $P = 0.02$, $OR = 2.22$). El alelo G de la variante DC-SIGN-336 no se asoció con dengue severo, para el VDR-352 la frecuencia del genotipo CC en comparación con el TC muestra una tendencia a aumentar en las formas severas respecto a las formas leves de la enfermedad ($\chi^2 = 3.36$, $P = 0.06$, $OR = 0.35$). Estos datos preliminares aportan nuevos conocimientos sobre el papel de los factores genéticos en el dengue; el conocimiento de estos SNP asociados con dengue proporcionará información sobre los posibles mecanismos de la patogénesis y protección.

Palabras claves: *polimorfismos de nucleótido simple (SNP), genotipificación, dengue, VDR, FcγRIIA, DC-SIGN, alelo, genotipo, infección primaria y secundaria.*

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología. Correo electrónico: cynthiasub@yahoo.com; ivettelorenzana@yahoo.com

ABSTRACT

Dengue is a disease of worldwide importance. To understand more about the pathogenesis of dengue the interest in the search for genetic factors in the host has recently increased.

We investigated whether single nucleotide polymorphisms (SNPs) in genes coding for DC-SIGN, Fc receptor (FcγRIIA) and vitamin D receptor (VDR) are associated with severe dengue and whether in this study group the severity of dengue is associated with secondary infections. A total of 200 cases of dengue patients were investigated in Tegucigalpa, Honduras, 100 cases of classic dengue and 100 cases of dengue hemorrhagic classified according to 2007 WHO criteria.

Genotyping was performed using PCR-RFLP and additionally this technique was compare to the iPLEX assay (SEQUENOM® Inc. USA). A significantly increased risk of severe disease was observed in FcγRIIA in carriers of genotype CC versus TC ($\chi^2 = 5.29$, $P = 0.02$, OR = 2.22). The G allele variant of the DC-SIGN1-336 was not associated with severe dengue disease. The VDR genotype frequency of CC genotype compared whit CT scan shows a tendency to increase in severe forms compared to mild forms of the disease ($\chi^2 = 3.36$, $P = 0.06$, OR = 0.35). These preliminary data provide new insights into the role of genetic factors in dengue; knowledge of more SNPs associated with dengue will provide information on possible mechanisms of pathogenesis and protection.

Key words: *single nucleotide polymorphisms (SNP), Genotyping, Dengue, VDR, FcγRIIA, DCSIGN, primary and secondary infection.*

INTRODUCCIÓN

Las infecciones con el virus del dengue son una causa importante de morbilidad y mortalidad en zonas urbanas y semiurbanas de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El virus es transmitido principalmente por el vector *Aedes aegypti*, ampliamente distribuido en estas zonas. Globalmente, se reporta un estimado de 50 a 100 millones de casos de dengue clásico (DC) y 250,000 – 500,000 casos de dengue hemorrágico (DH) anualmente.

Las personas con síntomas de dengue desarrollan generalmente una fiebre indiferenciada o dengue clásico, que se caracteriza por fiebre, dolor de cabeza, dolor articular y muscular, erupción maculopapular y en algunos casos puede presentar hemorragia leve y un recuento bajo de plaquetas.

El dengue hemorrágico, la forma más grave de infección por dengue, se produce en una minoría de pacientes y se define por la fiebre, hemorragia, trombocitopenia y extravasación de plasma. Este último se atribuye a un aumento en la permeabilidad vascular y se manifiesta por los valores de hematocrito elevado, hipoproteinemia o derrames en las cavidades serosas, que en los casos más complicados puede llevar al síndrome de choque por dengue (SCD).

Los mecanismos fisiopatológicos exactos responsables de estos fenómenos son todavía inciertos. La observación epidemiológica de que el dengue hemorrágico se presenta principalmente en personas experimentando una infección secundaria de dengue, ha conducido a la teoría de amplificación dependiente de anticuerpos (ADA). Según esta hipótesis, anticuerpos preexistentes no neutralizantes presentes durante una infección heterotípica secuencial del virus, facilitan su entrada y replicación en el linaje de células monocitos/macrófagos. Sin embargo, otros estudios también sugieren que la virulencia de la cepa podría ser un factor crucial para el desarrollo de dengue hemorrágico.

En este contexto, tanto factores del virus como del huésped, podrían ser de suma importancia en el resultado final de la infección. Sin embargo, en las zonas endémicas, solo una proporción relativamente pequeña de las personas con infecciones secuenciales desarrolla dengue hemorrágico. Esto podría indicar que hay factores de resistencia o susceptibilidad en el huésped que operan en los individuos infectados.

Este tipo de genes se puede encontrar dentro del complejo antígeno leucocitario humano (HLA), los que están codificados en el complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) clase I y II. Estas moléculas HLA participan en la inducción de respuesta inmune mediante la presentación de péptidos a los linfocitos CD4+ y CD8+. Estudios anteriores en Tailandia y Cuba reportan ciertos alelos (formas alternativas de un gen que ocupan la misma posición en el genoma) de clase I del complejo HLA, asociados con la resistencia o susceptibilidad al dengue hemorrágico. Alelos HLA de clase II, sin embargo, han sido asociados a la severidad del dengue en infecciones primarias, igualmente con otras enfermedades. Algunos de los genes candidatos incluyen CD209 (DC-SIGN), VDR, el receptor FcγII, TNF-α, IL-10, HLA-A, HLA-B, TAP1, TAP2 y CTLA-4, los cuales han demostrado asociación con dengue hemorrágico o dengue clásico.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo de casos y controles. Un total de 200

pacientes con dengue fueron captados en Tegucigalpa; 100 casos de dengue clásico (como controles) confirmados por medio de laboratorio y 100 casos de dengue hemorrágico (como casos) clasificados como grado I y II, de acuerdo a los criterios de la OMS. La población consistió en individuos que tenían o habían tenido DC o evidencia serológica de infección con el virus del dengue (con o sin sintomatología asociada) e individuos que tenían o habían padecido DH, certificados por la Comisión de Dengue de la Secretaría de Salud de Honduras. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigaciones Biomédicas de la Unidad de Investigación Científica de la UNAH.

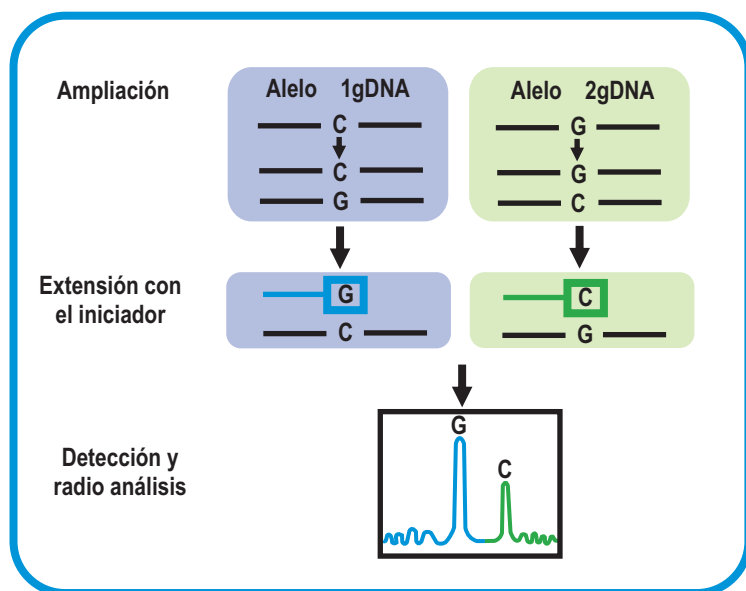
Con el fin de definir si las infecciones había sido primarias o secundarias, se analizaron los sueros de los participantes por determinación de anticuerpos IgG contra dengue, a través de ensayos inmunoenzimáticos con pruebas comerciales (PanBio®, Brisbane, Australia), de acuerdo con las instrucciones y especificaciones del fabricante. Adicionalmente, se realizó la prueba de inhibición de aglutinación a algunos sueros que no se clasificaban claramente con las pruebas de ELISA, para la medición cuantitativa de anticuerpos totales contra dengue por medio de la titulación de sueros.

La genotipificación de los polimorfismos [DC-SIGN-336 (*Dendritic Cell-Specific Intercellular Adhesión molecule-3-Grabbing Non-integrin*) presente en células dendríticas, el receptor (FcγRIIA-131) ampliamente distribuido en todas las subclases de IgG y del receptor de vitamina D (VDR-352), quien se encuentra presente en la superficie de las células, se realizó mediante un PCR-RFLP (restriction fragment length polymorphism) que combina el PCR convencional y la digestión con enzimas de restricción.

Para dos de los tres polimorfismos se hizo una purificación de los productos de PCR, para luego proceder a la digestión. Esta técnica fue comparada con el ensayo iPLEX (Sequenom® Inc. EE.UU.). Para ambos ensayos, el ADN genómico fue extraído de muestras de sangre total de acuerdo a las instrucciones del fabricante de QIAmp ADN de sangre mini kit (Qiagen®, Santa Clarita, California, EE.UU.). La concentración de ADN se determinó utilizando el Nanodrop 2000 (Thermo Scientific®, EE.UU.), para asegurarse de obtener la concentración adecuada para la genotipificación. El PCR-RFLP se realizó en el Laboratorio de Virología de la UNAH y para el análisis en el iPLEX, el ADN fue enviado al Centro de Tecnología de Genética Analítica (AGTC) en Toronto, Canadá. Se utilizó la plataforma del *Sequenom* para genotipificación multiplex, que combina el procedimiento de PCR y espectrofotometría de masas (esquema 1). El rango de referencia para estos SNP utilizando esta plataforma es superior al 99.5 %.

Para los análisis estadísticos se determinó la frecuencia de casos primarios y secundarios de DC y DH, definidos por métodos serológicos. El análisis de los polimorfismos en los casos y controles obtenidos por la genotipificación se realizó a través de la prueba de chi cuadrado (X^2), el valor P y la razón de probabilidades (OR) con un 95 % de confianza, utilizando el programa SPSS (versión 11.5.1).

Esquema 1. Proceso del ensayo iPLEX (MassArrays) en la plataforma Sequenom



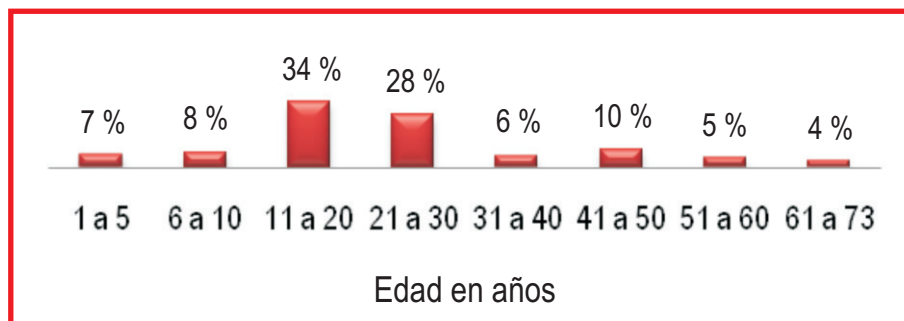
RESULTADOS

Generalidades de la población en estudio

Los participantes clasificados como DC (controles) y DH grado I y II, considerados los casos, todos fueron recolectados entre los años 2008 y 2009 en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras. Los participantes estuvieron comprendidos entre las edades de 1 a 73 años; de estos, el 62 % eran jóvenes entre 11 a 30 años de edad (gráfico 2) y el 60 % de los participantes pertenecían al género femenino y el resto al masculino (ver gráfico 1).

No se cuenta con información exacta de los serotipos virales que afectaron a la población del estudio, los serotipos circulantes reportados por la Secretaría de Salud durante ese periodo, fueron el DEN-1, DEN-2 y DEN-4.

Gráfico 1. Distribución de la infección (DC y DH) por edad en la población en estudio (n=200)



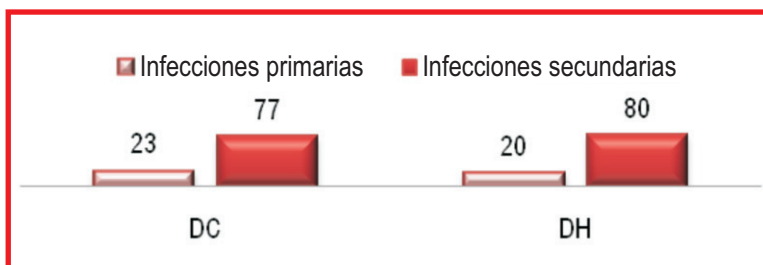
Clasificación de la infección por dengue

De acuerdo con el perfil serológico se encontró que un 78 % de las infecciones eran secundarias (ver tabla 2). Se observaron frecuencias similares en las infecciones primarias y secundarias entre el dengue clásico y dengue hemorrágico (ver gráfico 2).

Tabla 2. Clasificación de las infecciones primarias y secundarias por dengue en los casos y controles

Infecciones	No.	Porcentaje
Primarias	43	21.5
Secundarias	157	78.5
TOTAL	200	100

Gráfico 2. Distribución de las infecciones primarias y secundarias entre dengue clásico y dengue hemorrágico

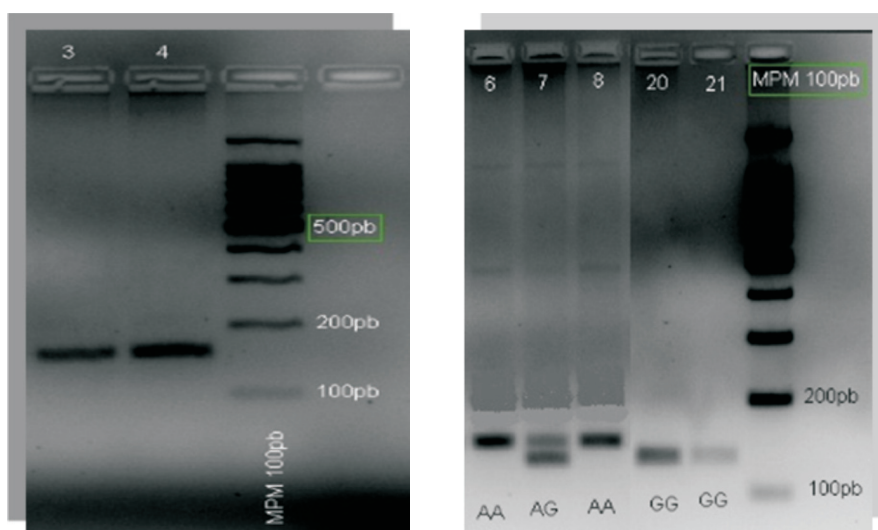


Determinación de los polimorfismos

1. Variante DC-SIGN1-336

Después de hacer un PCR alelo específico, se obtuvo el fragmento de interés de 150pb, se procedió a la purificación de los productos con un kit de purificación comercial, GFX™ PCR DNA and Gel Band Purification Kit (illustra™, GE Healthcare, UK) y luego se determinaron los genotipos por medio de la digestión con la enzima de restricción MscI, posteriormente, a través de una electroforesis en geles de agarosa, se observaron las diferentes bandas como se muestra en la imagen 1. La resolución de los resultados por PCR-RFLP fue bastante alta. Se encontró una concordancia del 100 % entre las técnica de PCR-RFLP e iPLEX.

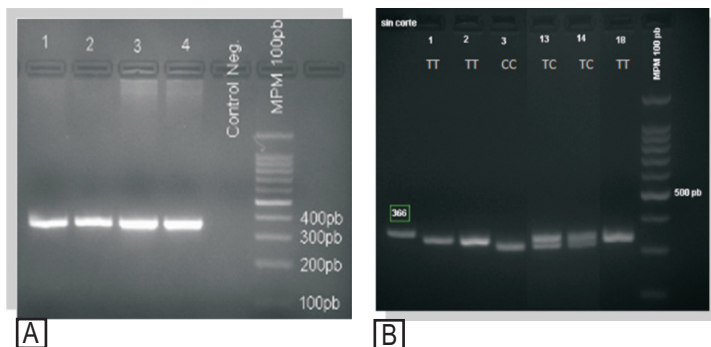
Imagen 1. Polimorfismo de la variante DC-SIGN1-336, con la enzima de restricción MscI. A: amplificación por PCR 150pb. B: genotipo GG; 1 bandas de 131pb, genotipo AG; 2 bandas de 150, 131pb, genotipo AA; 1 banda de 150pb



2. Variante FcyRIIA-131 H/R

Después de obtenido el fragmento de 366 pb, posterior al PCR que utiliza iniciadores específicos para el segmento de interés, este se purificó y se procedió a realizar el corte con la enzima de restricción BstUI. Los resultados de la electroforesis después de la digestión enzimática se observan en la imagen 2.

Imagen 2. Polimorfismo de la variante FcyRIIA-131 H/R con la enzima de restricción BstUI. A: amplificación por PCR 366pb. B Genotipo RR (CC); 1 banda de 322pb, genotipo RH (TC); 2 bandas de 322 y 343pb, genotipo HH (TT); 1 banda de 343pb.

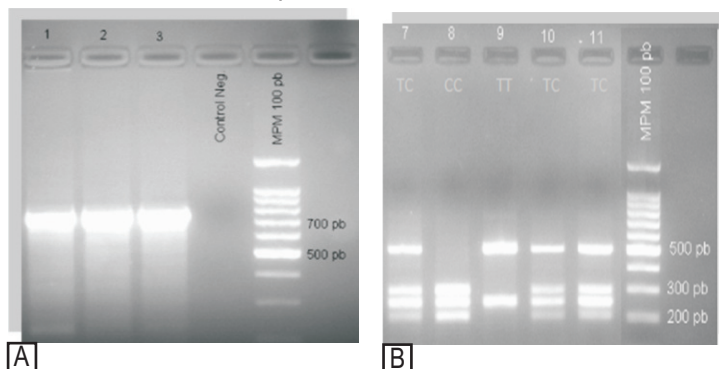


Se observó una concordancia del 93 % en los resultados entre las dos técnicas (PCR-RFLP versus iPLEX). De acuerdo con los análisis por MassArrays (iPLEX), en las muestras en las que no se encontró concordancia pertenecen al genotipo CC, pero en el RFLP se observaron como TC o TT.

3. Variante VDR-352

Para la variante VDR-352 el producto de amplificación esperado fue de 745pb, el cual fue digerido con la enzima de restricción Taq^I, el patrón de restricción se observa en la imagen 3.

Imagen 3. Polimorfismo de la variante VDR-352, con la enzima de restricción Taq^I. A: amplificación por PCR 745pb. B: Genotipo TT, 2 bandas 494 y 251pb, genotipo TC, 4 bandas 494, 293, 251, 201pb, genotipo CC, 3 bandas 293, 251, 201pb



Para este polimorfismo se encontró concordancia del 100 % en los resultados de las dos técnicas, obteniéndose bandas de alta resolución para la diferenciación de los genotipos resultantes. Estas bandas son claramente distinguibles por medio de la técnica de RFLP implementada.

En resumen (tabla 1), se observó un aumento significativo de mayor riesgo de padecer un dengue severo en los portadores de los genotipos CT versus CC de FcyRIIA-131, ($\chi^2 = 5.29$, $P = 0.02$, $OR = 2.22$). El alelo G de la variante DC-SIGN1-336 no se asoció con el dengue severo.

El análisis de las frecuencias del genotipo CC en comparación con el genotipo TC de VDR-352, mostró una tendencia a aumentar en las formas severas respecto a las formas leves de la enfermedad ($\chi^2 = 3.36$, $P = 0.06$, $OR = 0.35$)

Tabla 1. Frecuencia de los polimorfismos en los genotipos del DC-SIGN1-336, FcyRIIA-131 H/R y VDR-352, en los casos y los controles

Frecuencia de los polimorfismos				DF vsr DHF			X ²	OR (95 % IC)	valor p
1 DC-SIGN (A/G)	GG	GA	AA	Genotipo	CG+GA	AA	0.82	0.76 (0.42-1.37)	0.36
	DC	3	32	62	DC	35	62		
	DH	3	27	70	DH	30	70		
				Genotipo	GA	AA	0.86	0.75 (0.41-1.38)	0.35
				DC	32	62			
				DH	27	70			
				Genotipo	GG	AA	0.02	0.89 (0.19-4.05)	0.88
				DC	3	62			
				DH	3	70			
2 FcyRIIA (T/C)	TT	TC	CC	Genotipo	TC	CC	5.29	2.22 (1.12-4.37)	0.02
	DC	16	39	33	DC	39	33		
	DH	17	55	21	DH	55	21		
				Genotipo	TT	CC	1.33	1.67 (0.70-3.96)	0.24
				DC	16	33			
				DH	17	21			
3 VDR (T/C)	TT	TC	CC	Genotipo	TT	CC	2.05	0.45 (0.15-1.32)	0.15
	DC	50	40	5	DC	50	33		
	DH	54	34	12	DH	54	21		
				Genotipo	TC	CC	3.36	0.35 (0.12-1.06)	0.06
				DC	40	5			
				DH	34	12			

DISCUSIÓN

Honduras se considera un país endémico por dengue por las casi dos décadas de reporte continuo del mismo, presentando epidemias cíclicas altamente significativas. La frecuencia global de infecciones secundarias en el estudio fue de un 78 % (n=200), con frecuencias muy similares de casos de DC y DH en infecciones primarias, aún existe alrededor de un 20 % de casos severos de dengue en infecciones primarias. Esto permite pensar que no se puede atribuir totalmente la ocurrencia de los casos de DH a una mayor proporción de infecciones secundarias, como ha sido propuesto.

Las células dendríticas son las principales células blancas del virus del dengue *in vivo* por ser residentes normales de la piel. La proteína (receptor de lectina tipo C) DC-SIGN codificada en la región CD209 localizado en el cromosoma 19. Esta lectina interactúa con fracciones de glicanos de la proteína E del virus del dengue y media la entrada de los cuatro serotipos a la célula. Los compuestos de glicanos-manosa añadido por las células de los insectos a la proteína E, parece ser crítica para que DC-SIGN1-336 medie la entrada viral. Este receptor puede conferir susceptibilidad al dengue en células que normalmente no son permisivas, como las células dendríticas y de langerhans presentes en la piel.

En un estudio en población tailandesa se evaluó el efecto de una variante en el promotor del CD209, DC-SIGN1-336, en donde se reportó que el alelo G (GG o AG) de la variante DC-SIGN1-336 resultó ser poco frecuente (2 %) en 150 personas con DC en comparación con 693 controles (12 %) (OR 0.20, IC 95 %: 0.08 a 0.44, $P < 10^{-4}$). En este mismo estudio no se observó ningún efecto protector en el dengue hemorrágico (OR 1.19, IC 95 %: 0.88 a 1.61, $P = 0.24$). Sin embargo, el alelo G se asoció significativamente con el riesgo de dengue hemorrágico (n = 150) cuando los casos de dengue hemorrágico fueron comparados con los del dengue clásico (OR 5.88, IC 95 %: 2.56 a 15.33, $P = 1.4 \times 10^{-7}$) [19].

En el presente estudio, el alelo G de la variante de DC-SIGN1-336 no se asoció con las formas de dengue severo, como se reportó anteriormente en el estudio tailandés, pero esto concuerda con otro estudio realizado en Brasil, en donde no se encontró asociación de este SNP con el dengue hemorrágico. El receptor FcγII es un receptor ampliamente distribuido en todas las subclases de IgG, puede mediar el ADA *in vitro* mediante la unión a los complejos virus-IgG. La sustitución de una arginina por histidina en la posición 131 del gen FcγRII se ha asociado con enfermedad meningocócica e infecciones respiratorias recurrentes. Este polimorfismo cambia la afinidad de unión del receptor IgG, lo que reduce la

capacidad de opsonización de los anticuerpos IgG2 asociado causalmente con la variante arginina. Loke y colaboradores, compararon homocigotos de la variante arginina en 302 casos de SCD (6 %) y 238 controles sanos en Vietnam (11 %). Aunque el resultado no fue estadísticamente significativo, OR 0.57, IC 95 %: 0.29 – 1.11, $P = 0.07$, el intervalo de confianza no descarta un efecto protector potencialmente importante.

En el presente estudio se encontró un mayor riesgo, el cual es significativo en los portadores de los genotipos TC de FcγRIIA ($X^2 = 5.29$, $p = 0.02$, OR= 2.22) (cuadro 2), de acuerdo con los resultados de Loke, la función biológica de los receptores de Fc en el dengue es de especial importancia por su papel del receptor para ligar IgG2 humana y, posteriormente, su función en la respuesta inmunológica. El receptor de la vitamina D (VDR) interviene en los efectos inmunoregulatorios de 1,25-hidroxivitamina D3 (1,25 D3) que activa los monocitos, estimulando la respuesta inmune celular, la producción de inmunoglobulinas y la supresión de la proliferación de linfocitos. El alelo C de un SNP en la posición 352 del gen VDR se ha asociado con resistencia a la lepra tuberculoide e infección por hepatitis B.

La expresión de VDR puede afectar la susceptibilidad al dengue hemorrágico, ya que activa los linfocitos B y T que expresen VDR y 1,25 D3 afecta a los monocitos, el sitio principal de infección y replicación del dengue. El alelo T en la posición 352 del gen del receptor de vitamina D (VDR) se ha asociado con la resistencia a los casos severos de dengue, aunque el mecanismo exacto necesita ser explorado. En nuestro estudio, encontramos que al comparar las frecuencias de los genotipos CC versus TC se observa una tendencia al aumento con las formas graves comparado con las presentaciones clínicas leves de la infección por dengue; $X^2 = 3.36$, $p = 0.06$ y OR = 0.35.

Además, se comparó la técnica de PCR-RFLP con la técnica de referencia iPLEX (Massarray), con el fin de determinar la concordancia entre estas dos técnicas. La tecnología para el desarrollo del Massarray es sumamente costosa, además requiere de equipo especializado y sofisticado. En cambio, la PCR-RFLP ha sido una de las primeras técnicas utilizadas para determinar huellas génicas, mucho tiempo antes que las técnicas de genotipificación de última generación y, a pesar de ser una técnica bastante laboriosa, es mucho menos costosa y puede ser, por ende, más accesible, además posee una alta reproducibilidad, obteniéndose buenos resultados en la comparación con otras tecnologías de punta. En este estudio se obtuvo una concordancia global de los tres polimorfismos del 97.6 %, posicionándola como un excelente candidato para su uso e implementación en laboratorios con requerimientos de tecnología básicos para hacer PCR.

CONCLUSIONES

Se observó un alto porcentaje de infecciones secundarias (78 %), como era de esperarse en zonas endémicas; igualmente, se encontró la frecuencia de infecciones secundarias en dengue clásico (controles) y hemorrágico (casos), prácticamente en las mismas proporciones. Estos hallazgos favorecen las hipótesis de que existen otros factores que inciden en el desencadenamiento de las infecciones por dengue, tanto del vector como del hospedero, las cuales deben ser consideradas y exploradas con mayor detalle y en diferentes escenarios.

Estos datos preliminares aportan nuevos conocimientos sobre el papel de los factores genéticos en la enfermedad del dengue en pacientes hondureños, el aumento en el número de polimorfismos que están asociados a protección o susceptibilidad al dengue severo, proporcionarían información valiosa sobre los posibles mecanismos de patogénesis y protección.

En ausencia de evidencia concluyente sobre el rol que juega el vector, el virus y el huésped en la patogénesis del dengue, algunos marcadores de severidad pueden resultar ser una herramienta útil como indicadores de pronóstico en dengue y otras enfermedades (infecciosas y no infecciosas).

En el futuro, se espera conducir más estudios de los polimorfismos en nuestra población hondureña que permitan asociarlos a la patogenia en los pacientes infectados con el virus del dengue y que estos permitan predecir o, al menos, sugerir sobre el potencial de gravedad de la infección y conducir a un mejor manejo clínico.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al equipo de trabajo de la Sección de Virología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y al Programa Teasdale-Corti Honduras-Canadá, 2007-2012, Fortaleciendo capacidades para lograr la meta No. 6 del milenio en Honduras: combatiendo las enfermedades infecciosas.

BIBLIOGRAFÍA

Bellamy, R. et al. (1999). Tuberculosis and chronic hepatitis B virus infection in Africans and variation in the vitamin D receptor gene. *J Infect Dis*, 179(3), pp. 721-4.

- Cooke, G.S. and Hill, A.V. (2001). Genetics of susceptibility to human infectious disease. *Nat Rev Genet*, 2(12), pp. 967-77.
- Fijen, C.A., Bredius, R.G. and Kuijper, E.J. (1993). Polymorphism of IgG Fc receptors in meningococcal disease. *Ann Intern Med*, 119(7 Pt 1), pp. 636.
- Gubler, D.J. (1998). *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. *Clin Microbiol Rev*, 11(3), pp. 480-96.
- Gubler, D.J. and Trent, D.W. (1993). Emergence of epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health problem in the Americas. *Infect Agents Dis*, 2(6), pp. 383-93.
- Guzman, M.G. et al. (1990). Dengue hemorrhagic fever in Cuba, 1981: a retrospective seroepidemiologic study. *Am J Trop Med Hyg*, 42(2), pp. 179-84.
- Halstead, S.B. (1979). In vivo enhancement of dengue virus infection in rhesus monkeys by passively transferred antibody. *J Infect Dis*, 140(4), pp. 527-33.
- Huang, Y.W. et al. (2010). Vitamin D receptor gene polymorphisms and distinct clinical phenotypes of hepatitis B carriers in Taiwan. *Genes Immun*, 11(1), pp. 87-93.
- Kurane, I. (2007). Dengue hemorrhagic fever with special emphasis on immunopathogenesis. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*, 30(5-6), pp. 329-40.
- Littaua, R., Kurane, I. and Ennis, F.A. (1990). Human IgG Fc receptor II mediates antibody-dependent enhancement of dengue virus infection. *J Immunol*, 144(8), pp. 3183-6.
- Loke, H. et al. (2002). Susceptibility to dengue hemorrhagic fever in vietnam: evidence of an association with variation in the vitamin d receptor and Fc gamma receptor IIa genes. *Am J Trop Med Hyg*, 67(1), pp. 102-6.
- Malavige, G.N. et al. (2011). HLA class I and class II associations in dengue viral infections in a Sri Lankan population. *PLoS One*, 6(6), pp. e20581.
- Neves-Souza, P.C. et al. (2005). Inducible nitric oxide synthase (iNOS) expression in monocytes during acute Dengue Fever in patients and during in vitro infection. *BMC Infect Dis*, 5, pp. 64.
- Pokidysheva, E. et al. (2006). Cryo-EM reconstruction of dengue virus in complex with the carbohydrate recognition domain of DC-SIGN. *Cell*, 124(3), pp. 485-93.
- Roy, S. et al. (1999). Association of vitamin D receptor genotype with leprosy type. *J Infect Dis*, 179(1), pp. 187-91.
- Rothman, A.L. and Ennis, F.A. (1999). Immunopathogenesis of Dengue hemorrhagic fever. *Virology*, 257(1), pp. 1-6.
- Sanders, L.A. et al. (1994). Fc gamma receptor IIa (CD32) heterogeneity in patients with recurrent bacterial respiratory tract infections. *J Infect Dis*, 170(4), pp. 854-61.
- Sangkawibha, N. et al. (1984). Risk factors in dengue shock syndrome: a prospective epidemiologic study in Rayong, Thailand. I. The 1980 outbreak. *Am J Epidemiol*,

- 120(5), pp. 653-69.
- Sakuntabhai, A. et al. (2005). A variant in the CD209 promoter is associated with severity of dengue disease. *Nat Genet*, 37(5), pp. 507-13.
- Sierra, B.; Kouri, G. and Guzman, M.G. (2007). Race: a risk factor for dengue hemorrhagic fever. *Arch Virol*, 152(3), pp. 533-42.
- Sierra, B. et al. (2007). HLA-A, -B, -C, and -DRB1 allele frequencies in Cuban individuals with antecedents of dengue 2 disease: advantages of the Cuban population for HLA studies of dengue virus infection. *Hum Immunol*, 68(6), pp. 531-40.
- Silva, L.K. et al. (2010). Dengue hemorrhagic fever is associated with polymorphisms in JAK1. *Eur J Hum Genet*, 18(11), pp. 1221-7.
- Van de Winkel, J.G. and Capel, P.J. (1993). Human IgG Fc receptor heterogeneity: molecular aspects and clinical implications. *Immunol Today*, 14(5), pp. 215-21.
- Who, W.H.O. (2009). *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*.
- Who, W.H.O. (2009). *Dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- Wu, S.J. et al. (2000). Human skin Langerhans cells are targets of dengue virus infection. *Nat Med*, 6(7), pp. 816-20.

Situación de la formación profesional y la organización gremial del trabajo social en Honduras

María Victoria Ponce Mendoza, Deisi Noemí Gallardo López¹

RESUMEN

El objeto de la investigación fue la contemporaneidad de la formación académica del profesional de trabajo social en el contexto de las reformas universitarias y de la situación sociopolítica del país, basándose en dos grandes dimensiones: el proceso de formación académica del profesional de trabajo social en la UNAH, con base en el plan de estudios aprobado en 1999, vigente aún en el periodo estudiado, 2011–2012 y la organización gremial del trabajo social en Honduras.

El proceso de investigación fue desarrollado desde el paradigma interpretativo crítico, con enfoque metodológico cualitativo, fenomenológico con procedimiento sistémico; las técnicas de investigación utilizadas fueron la entrevista a profundidad, entrevista semiestructurada, grupos focales y análisis de contenido.

Entre los principales resultados se encontró que en el plan de estudios vigente no está claramente conceptualizada la articulación metodológica de los cuatro bloques de la formación académica; asimismo, que hay ausencia en el planteamiento relacionado con la búsqueda del compromiso ético-político de la profesión, se evidencia la falta de conceptualización y fragmentación desde una perspectiva teórica–metodológica de y entre las prácticas intermedias y con la práctica final.

En conclusión, el plan de estudio de la Carrera de Trabajo Social y su respectivo perfil profesional requiere ser actualizado considerando la complejidad de la cuestión social, lo cual hace necesario implementar el modelo educativo de la UNAH que incorpore la investigación como un quehacer fundamental en el proceso de formación y de la labor docente de la Carrera de Trabajo Social. En cuanto a la organización gremial, existe una desvinculación entre el Colegio de Profesionales de Trabajo Social de Honduras y la academia; razón por la cual hacen faltan propuestas y posicionamientos por parte del gremio ante la realidad nacional, situación que disminuye su beligerancia ante la sociedad hondureña.

Palabras clave: *formación académica, trabajo social, proceso teórico-metodológico,*

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Trabajo Social. Correo electrónico: poncevictoria@gmail.com; deisiapre@gmail.com

cuestión social, compromiso ético-político, organización gremial.

ABSTRACT

The objective of the investigation was the contemporaneity of the Academical Formation of the Social Work Professionals, according to the University Reforms and the Social Political Situation of our Country, based on the study of two big dimensions, one was the process of the Academical formation of the Social Workers of the UNAH, and the Study Plan adopted by the Career in 1999, which was used up to 2012; and the other one was the Social Worker Union in Honduras. The process of the investigation was developed from an interpretative and critical paradigm, under a methodological, qualitative and phenomenological approach with a systemic procedure. The investigation techniques applied were a very well structured interview, a semi-structured interview, focal groups, and the analysis of the content.

Among the main results, we found that the four blocks of the Academical formation are not clear enough conceptualized or articulated methodologically, talking. There is a lack of statements related to the Ethic-political compromise of the profession; it is also evident the lack of a conceptualization and a fragmentation from the perspective of a methodological – theory, of, and, among the intermediate and final Practicums. In conclusion, the Study Plan of the Social Work Career and its Professional Profile needs to be updated, taking into consideration the complexity of the social issues. So, it is needed to implement the New Educative Model Of the UNAH, incorporating the investigation, as a main task, along the formation process.

Talking about the Union Organization, there is not any link between the Union of The Social Professional Workers of Honduras and the School of Social Work of the UNAH, so it is mandatory to establish some proposals by the Union of the Social Worker side, before the real situation of the Honduran Society that diminishes his belligerence before it.

Key words: academical formation; social work; theoretical-methodological process, social issues, ethic-politic compromise, and gremial organization or union organization.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se dan a conocer los principales resultados logrados en el proceso de investigación sobre el tema que aborda el estado de situación de la formación profesional y organización gremial del trabajo social en el contexto hondureño,

durante el período comprendido entre los años 2011-2012.

El objeto de la investigación fue la contemporaneidad de la formación académica profesional del trabajo social en la UNAH, en el contexto de las reformas universitarias y de la situación sociopolítica del país, analizando el proceso de formación académica del profesional con base al plan de estudios aprobado en 1999, que aún está vigente en la actualidad; asimismo, se analizó el funcionamiento de la organización gremial del trabajo social en Honduras.

La principal justificación para realizar el estudio fue la conveniencia de determinar las características generales de la organización gremial, las percepciones sobre los desafíos y estrategias con que cuenta para visibilizar el protagonismo que los profesionales egresados de la Carrera de Trabajo Social de la UNAH tienen en las diferentes áreas en que implementan las políticas públicas; asimismo, identificar aspectos por fortalecer y áreas que potenciar tanto en el trabajo gremial en sí, como en la interrelación que se establece con la carrera universitaria y la retroalimentación que se da en este proceso para favorecer los cambios en el diseño y proceso de desarrollo curricular.

De igual manera, los resultados del estudio permitirán a la Carrera de Trabajo Social ponerse a tono con las nuevas tendencias y lineamientos educativos para enfrentar los desafíos humanos-sociales que se presentan en la realidad actual hondureña; en este sentido, los resultados del estudio también servirán de base para realizar los cambios correspondientes en el proyecto curricular de dicha carrera, para que propicie la acreditación de la formación de profesionales asumiendo posturas analíticas, reflexivas, propositivas y proactivas, facilitando de este modo los procesos de cambio a favor de la calidad de vida de la población hondureña.

El proceso de investigación se desarrolló desde el paradigma interpretativo crítico, con enfoque metodológico cualitativo, con procedimiento sistémico, utilizando técnicas de investigación como la entrevista a profundidad semiestructurada, grupos focales y análisis de contenido. Espacialmente, se cubrieron cuatro regionales, incluyendo las ciudades de Tegucigalpa, Choluteca, San Pedro Sula y La Ceiba. En este contexto, por un lado se indagó sobre el proceso de formación profesional de la Carrera de Trabajo Social y sobre las percepciones acerca de la experiencia lograda en diferentes áreas de intervención profesional en la validación del perfil curricular, en espacios públicos, como en las organizaciones no gubernamentales, tomando en cuenta el contexto sociopolítico nacional en el marco del modelo neoliberal y de las reformas universitarias; por otro lado, se investigó la funcionalidad de la organización gremial del trabajo social y su vinculación con la

sociedad hondureña.

Al analizar el proceso de la formación académica del trabajo social, fueron consideradas las dimensiones ético-político y la teórica metodológica, puesto que los objetivos de la investigación en esta dimensión de estudio fueron los siguientes:

1. Identificar las características del proceso de la formación profesional en trabajo social en Honduras, desde las mediaciones estructurales, coyunturales, universitarias y extrauniversitarias, constitutivas de las carreras de trabajo social o escuelas formadoras.
2. Reconocer las características del perfil de formación profesional con especial énfasis en las dimensiones ético-político y teórica-metodológico que muestra el plan de estudios de la Carrera de Trabajo Social, para ser consecuente con las exigencias de un proyecto de sociedad que busque la equidad y la justicia social.
3. Analizar los ejes curriculares básicos del plan de estudios y su relación con las dimensiones teórica-metodológica y ética-política en el proceso de formación profesional.

METODOLOGÍA

El proceso de investigación fue desarrollado desde el paradigma interpretativo crítico, dando al estudio un enfoque metodológico cualitativo, cuyo propósito fue la comprensión y construcción de conocimiento acerca de nuestro objeto de investigación, a fin de dar una visión holística, amplia, integrada y contextualizada tanto a nivel universitario como extrauniversitario, permitiendo esto clarificar, sintetizar, comparar, analizar y reflexionar acerca de la experiencia subjetiva de los actores clave con relación al objeto de estudio. Para el análisis de la información se utilizaron cuadros matrices y la técnica de triangulación.

La población y muestra del estudio estuvo constituida por docentes y estudiantes de la Carrera de Trabajo Social, dirigentes y exdirigentes del Colegio de Profesionales de Trabajo Social de Honduras y profesionales de trabajo social que laboran en diferentes áreas y en instituciones públicas y privadas en cuatro ciudades importantes del país: Tegucigalpa, la capital de la república, en el departamento de Francisco Morazán, en zona central del país; San Pedro Sula, capital industrial, en el departamento de Cortés; La Ceiba, en el departamento de Atlántida y en la ciudad de Choluteca, en el departamento de Choluteca, zona sur.

En una primera etapa se identificaron y seleccionaron las técnicas apropiadas para la recolección de datos e información, se realizaron pruebas piloto de los instrumentos y se ajustaron previamente para su aplicación. Dada la naturaleza del estudio, se utilizaron cuatro técnicas con sus respectivos instrumentos para trabajar con los diferentes actores clave: entrevistas a profundidad, grupos focales, análisis documental y el cuestionario. La técnica de grupos focales fue aplicada a ocho sectores involucrados en las cuatro ciudades importantes que formaron parte de la población y muestra del estudio.

En la segunda etapa se realizó la recolección de datos e información de las fuentes primarias y secundarias, las entrevistas a profundidad fueron dirigidas a representantes de las autoridades universitarias, a nivel de la Dirección de Vinculación Universidad-Sociedad, Decanatura de la Facultad de Ciencias Sociales, Jefatura del Departamento y Coordinación de la Carrera de Trabajo Social, así como a la Dirección y docentes de la Maestría Latinoamericana de Trabajo Social.

En una tercera etapa se incorporaron sugerencias producto de la participación en el VI Congreso de Investigación Científica de la DICU, de profesionales de la Maestría Latinoamericana de Trabajo Social y del Departamento de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales; igualmente, las sugerencias de las jornadas de socialización con los sectores involucrados para la validación y retroalimentación del informe final.

LA FORMACIÓN PROFESIONAL DEL TRABAJO SOCIAL EN HONDURAS

Para el estudio del perfil profesional actual de la Carrera de Trabajo Social vigente desde 1999, se tomaron en cuenta sus diferentes componentes, iniciando por relacionar los conocimientos, habilidades y destrezas de mayor relevancia y prioridad planteadas en el mismo.

Al analizar la formulación del perfil profesional en lo que se refiere a los conocimientos, habilidades y destrezas establecidas en el mismo, se logra determinar que, de acuerdo a las tendencias, se trata de un perfil eminentemente tecnocrático, ya que enfatiza los conocimientos, habilidades y destrezas en la elaboración de investigaciones para la planificación y la administración de planes y programas de desarrollo según su calificación.

Es decir, que el diseño del perfil profesional está influenciado fuertemente por las tendencias teóricas del interaccionismo simbólico y otras teorías posparsonianas; corriente de pensamiento que se sustenta en la filosofía pragmática, vinculada al orden social que tiene una acción y una dimensión de racionalidad e ideal normativo.

Esta influencia se explica dado que el plan de estudios vigente se elaboró en la década de los años 90, con teorías que sirven de fundamento al neoliberalismo en la definición de las políticas públicas y en las que se enfatiza que los problemas de la distribución de recursos se resolverán por la interacción de los individuos y por el equilibrio natural que genera dicha interacción.

A esas tendencias teóricas se le han denominado tecnicistas, lo cual también se refleja en el perfil profesional, basado fundamentalmente en el desarrollo de un conjunto de instrumentos que permitan mejorar la gestión social, para lo cual se requiere hacer investigaciones empíricas para la comprensión de los fenómenos sociales y la implementación de proyectos, donde el profesional tiene que administrar eficientemente los recursos y dar respuesta a la demanda de acuerdo a lo establecido en el plan.

Si bien es cierto que la Carrera de Trabajo Social ha respondido a la demanda del perfil profesional que enfatiza, precisamente, una formación de corte tecnocrático –tal como lo ha exigido la demanda de las empresas públicas y privadas en el modelo neoliberal–, los empleadores consideran que aún falta desarrollar más esas nuevas capacidades, por ejemplo, en el conocimiento, habilidad y destreza para trabajar en la sistematización de experiencias, temática que aparece en el perfil profesional del trabajo social, pero que no está contemplada como asignatura en el plan de estudios vigente.

Los empleadores también solicitan capacidades llamadas genéricas, que de acuerdo a la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España, son los atributos que debe tener un graduado universitario con independencia de su titulación. Estas capacidades genéricas las organizó el Proyecto Tuning-Latinoamérica en capacidades instrumentales, personales y sistémicas (ver tabla 1).

El modelo pedagógico de la UNAH apela a la profesión y disciplina para asumir una perspectiva de análisis: “Crítica y reflexiva, porque ello implica un compromiso directo y explícito de los sujetos por transformar las actuales relaciones sociales. Señalando, además, que la teoría crítica reflexiva permite aprehender la relación dialéctica inherente e interdependiente de un pensamiento político-filosófico, capaz de generar conciencia social, transformadora y emancipadora en el contexto de la justicia, la democracia y la libertad” (UNAH, 2009).

Tabla 1. Proyecto Alfa Tuning América Latina: capacidades genéricas

Instrumentales	Personales	Sistemáticas
• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita • Capacidad de comunicación en un segundo idioma • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad para organizar y planificar el tiempo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de investigación • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para formular y gestionar proyectos • Capacidad para tomar decisiones	• Capacidad de trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Habilidad para trabajar en contextos internacionales • Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad • Capacidad crítica y autocrítica • Compromiso ético • Compromiso con la calidad	• Habilidad para trabajar en forma autónoma • Responsabilidad social y compromiso ciudadano • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Capacidad para actuar en nuevas situaciones • Capacidad creativa • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes • Compromiso con la preservación del medio ambiente • Compromiso con su medio sociocultural

Fuente: Elaboración propia con base a Proyecto Tuning–Latinoamérica.

Al analizar el perfil profesional se visualizó que los principales elementos éticos propuestos por el modelo educativo de la UNAH no están incorporados, cuando este señala que todas las carreras de la UNAH deben contemplar la ética y la bioética, como una de las líneas curriculares fundamentales, abordando asuntos como el bien común, la responsabilidad, la problemática de la corrupción, los principios de transparencia y rendición de cuentas, las implicaciones éticas y legales de la profesión, los derechos humanos particulares y universales, enfatizando el valor universal de la vida y la dignidad inherente a todo ser humano (UNAH, 2009).

Al analizar el peso y composición de los bloques de formación en el plan de estudio, se muestra que el bloque de formación y eje articulador teórico-metodológico no está conceptualizado y no se determinan los mecanismos para lograr la articulación de las prácticas intermedias y del personal docente en cuanto a la planificación y organización del proceso de formación en la Carrera de Trabajo Social, para que se

puedan articular experiencias y saberes de cada una de ellas en el ejercicio de la docencia, encaminado esto al logro de los objetivos asumidos en el perfil profesional.

ORGANIZACIÓN GREMIAL DEL PROFESIONAL DE TRABAJO SOCIAL EN HONDURAS

La organización gremial de los profesionales del trabajo social surgió con mucho entusiasmo en un contexto en el que se asumió un compromiso de proyecto político vinculado con los grupos de población que demandaban justicia social, especialmente en cuanto a la posesión de la tierra, es decir, para los campesinos sin tierra y los pobladores de origen rural que habían migrado a la ciudad. Estas circunstancias agudizaban las contradicciones y la conflictividad social ante el Estado que, en la década de los años 70, impulsaba procesos de industrialización por sustitución de importaciones e impulsaba políticas sociales que requerían a profesionales del trabajo social para la implementación de las mismas, lo que posibilitó la validación profesional para licenciatura en Trabajo Social.

Sin embargo, con el paso de los años, especialmente a partir de la década de los 90, cuando la economía de mercado logra su hegemonía mundial dictaminando las nuevas reglas del juego para América Latina, mediante el llamado Consenso de Washington, se llevan a cabo medidas conducentes al achicamiento del Estado y a la reducción de su papel planificador e impulsor de políticas públicas, lo que da como resultado la privatización de la mayor parte de los servicios de asistencia social, orientados especialmente a la población femenina e infantil, lo provocó que el Estado trasladara su responsabilidad a las organizaciones privadas de desarrollo, logrando así en alguna medida, disminuir la afiliación de los egresados al gremio profesional, puesto que para laborar con estas organizaciones no se solicitaba como un requisito obligatorio la colegiación gremial y normalmente los profesionales se movilizaban a realizar su labor en zonas alejadas del nivel central, sin ningún contacto o vinculación con la organización gremial.

Al relacionar las percepciones de los profesionales del trabajo social en las diferentes regionales del país, se destaca la insatisfacción existente entre los agremiados que aún mantienen vínculos organizativos entre ellos; pero, la estructura organizativa y funcionamiento de la organización gremial no posibilita ni facilita la comunicación efectiva, pese a la disponibilidad y facilidad que brinda la tecnología moderna para la resolución de problemas de tipo administrativo y legal, que se deben enfrentar y resolver para proteger los derechos establecidos en el estatuto profesional.

Es interesante destacar que inicialmente la academia se vinculó a puestos de dirección de la organización gremial, incorporándose con mucho compromiso y entusiasmo, sin embargo, en los últimos años se hace evidente el distanciamiento del personal que labora en la academia con la organización gremial. Asimismo, se destaca la falta de posicionamiento de los profesionales como gremio organizado ante la problemática social, económica, política y cultural; particularmente ante los hechos acaecidos durante y después del golpe de Estado del 28 de junio de 2009.

En consecuencia, hay retos y desafíos que el gremio profesional debe resolver a mediano y corto plazo, a fin de fortalecer su estructura organizativa y adecuado funcionamiento, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

1. Considerar las percepciones y sugerencias de las diferentes filiales y de actores participantes para convertir a la organización en una verdadera entidad jurídica-legal, que permita el establecimiento de redes profesionales representativas del gremio a nivel de las diferentes regionales, con vínculos efectivos de comunicación, de propuesta y de gestión.
2. Formular la planificación estratégica que incorpore entre sus diferentes áreas la capacitación y actualización profesional en coordinación con la academia. De igual manera, impulsar el área de promoción para el posicionamiento de la profesión, tanto a nivel de los mismos agremiados, como ante las diferentes instituciones públicas y organizaciones privadas de desarrollo a nivel nacional.
3. Estrechar lazos de coordinación y de trabajo con la academia en el nivel de grado y postgrado, con personal docente y estudiantil, para consolidar procesos de fortalecimiento organizacional e institucional para ambas instancias.

RESULTADOS

1. Se evidenció que en el plan de estudio vigente en la Carrera de Trabajo Social no hay claridad conceptual con relación a la articulación metodológica de los cuatro bloques de formación académica, aspecto que limita la coordinación y armonización de contenidos de las asignaturas a nivel horizontal y vertical, lo que dificulta a su vez, el fortalecimiento de la capacidad analítica, reflexiva y crítica por parte de los estudiantes en el abordaje de la “cuestión social” del campo profesional.
2. En el plan de estudio de la Carrera de Trabajo Social está ausente el proyecto relacionado con la búsqueda del compromiso ético-político de la profesión, que esté en correspondencia con las demandas de los grupos de población.
3. La ausencia de conceptualización y de vinculación desde una perspectiva teórica-metodológica de diferentes prácticas intermedias y de la práctica

profesional que se lleva a cabo al final de la carrera, es un factor que dificulta la visualización del paradigma epistemológico que está orientando o enriqueciendo la acción social de los profesionales del trabajo social.

CONCLUSIONES

1. El contexto extrauniversitario del proceso de formación del trabajo social en Honduras, ha estado mediado estructural y coyunturalmente por el enfoque neoclásico, impuesto por los teóricos del neoliberalismo, cuyo fundamento está en la defensa de la eficacia del mercado como mecanismo de asignación óptima de los recursos y con políticas públicas que están focalizadas en los más pobres de los pobres y basadas en el enfoque de manejo del riesgo social.
2. La formación profesional del trabajo social ha tenido una clara tendencia funcional-estructuralista al incorporar conceptos en armonía con el sistema neoliberal hegemónico, que plantea como funciones del profesional de trabajo social en el abordaje de la cuestión social, la administración de recursos con eficiencia y la eficacia planteados desde la visión empresarial.
3. El surgimiento de nuevos actores sociales, tales como los defensores de los derechos humanos, los ambientalistas, las organizaciones de mujeres, organizaciones de jóvenes, organizaciones de pueblos indígenas y las organizaciones comunitarias, han adquirido protagonismo a nivel regional o nacional, llevándoles al planteamiento de demandas desde sus particularidades, que deben ser atendidas por profesionales del trabajo social como parte de su ámbito de acción en la esfera de la cuestión social.
4. Las instituciones del Estado se vuelven inoperantes por la reducción del gasto público en la implementación de las políticas sociales ante la incapacidad de dar respuesta a la demanda de la población en la exigibilidad de sus derechos, por lo cual los profesionales de Trabajo Social, enfrentan serias dificultades administrativas para llevar a cabo la intervención social por lo que, en su afán de dar respuesta a las necesidades de la población, están llevando a cabo un trabajo basado más en la gestión estrictamente personal, que en los recursos asignados por las diferentes dependencias del Estado en las que se desempeñan.
5. En los conocimientos, habilidades y destrezas establecidas en el perfil profesional del trabajo social, se logró evidenciar que se trata de un perfil orientado eminentemente a la formación de tipo tecnocrática o tecnicista, enfatizando los conocimientos, habilidades y destrezas en la elaboración de investigaciones para la planificación y la administración de planes y programas llamados de desarrollo congruentes con los objetivos del plan de estudios de la carrera, pero no muestran que responde a un proyecto político definido en

función de las grandes mayorías de la sociedad hondureña.

6. Tanto las entidades públicas, como de organismos no gubernamentales, coinciden en afirmar que la carrera necesita fortalecer conocimientos, habilidades y destrezas en los profesionales egresados del trabajo social en aspectos como: investigación, planificación, sistematización de experiencias, gerencia por resultados, administración de presupuestos y redacción de informes entre otras.
7. En el análisis del perfil profesional y su énfasis en la dimensión ética-política, teórica-metodológica, uno de los obstáculos encontrados es el de sostener una propuesta con una tendencia teórica eminentemente tecnicista, dando mayor énfasis y prioridad a los conocimientos, habilidades y destrezas encaminados a la elaboración de investigaciones para la planificación y la administración de planes y programas de desarrollo, pero no para la reflexión crítica, análisis, propuesta y producción de conocimiento científico de acuerdo a la demanda que la realidad hondureña actual exige y consecuente con un proyecto de sociedad que se opone a la naturalización de la desigualdad social.
8. Los ejes curriculares del plan de estudios de la carrera, en consonancia con el perfil profesional del trabajo social, no están en correspondencia con los desafíos actuales de la sociedad hondureña, por lo que se puede afirmar que existe una desarticulación entre los cuatro ejes curriculares o bloques de asignatura.
9. El eje curricular teórico-metodológico considerado de acuerdo al plan de estudios como el eje articulador del proceso de formación profesional, aunque cuenta con el mayor peso en unidades valorativas, presenta varias limitaciones al no estar conceptualizado ni señaladas las estrategias de articulación en el proceso de formación para intervenir en la cuestión social, tal parece que de acuerdo a las percepciones del personal docente, no se está logrando totalmente la finalidad articuladora.
10. Los contenidos de las asignaturas del eje curricular teórico-metodológico no muestran la existencia de una guía secuencial que exponga la tendencia teórica que responde o da origen a los métodos tradicionales en la intervención de la cuestión social.
11. Tanto los ejes curriculares del proceso de formación como el perfil profesional definido en el plan de estudios de la Carrera de Trabajo Social necesitan ser actualizados para ofrecer una respuesta más eficiente a las demandas sociales y a la conformación de un proyecto ético-político que busque la formación de profesionales de trabajo social con capacidades personales, sistémicas e instrumentales que promuevan el análisis crítico, la interpretación y la propuesta de alternativas para superar los problemas que actualmente enfrenta el país.

12. La Carrera de Trabajo Social cuenta con un plan de estudio y su respectivo perfil profesional, pero requieren ser actualizados, considerando la complejidad de la cuestión social, para que le permita a los nuevos profesionales de la disciplina lograr la vinculación entre la formación teórica y la práctica profesional.
13. La falta de aplicación del modelo educativo de la UNAH evita el desarrollo de procesos de investigación desde el inicio del proceso de formación como parte del quehacer fundamental y de la misma labor docente.
14. Existe desvinculación entre el Colegio de Profesionales de Trabajo Social y la academia, lo que no contribuye con la actualización profesional sistemática de profesionales egresados.
15. El Colegio de Profesionales de Trabajo Social de Honduras no cuenta con un plan estratégico que sirva de marco referencial para la planificación operativa de las diferentes instancias de la estructura organizativa.
16. Una de las mayores debilidades identificada en la estructura y funcionamiento del gremio profesional es el deficiente sistema de comunicación que incide negativamente en el fortalecimiento organizacional y en la identidad profesional.
17. A pesar de la vasta experiencia en las diferentes áreas de intervención profesional, se evidencia la escasa producción de conocimiento científico y de publicaciones por parte de los profesionales agremiados.
18. Se evidencia un vacío en cuanto a la planificación de eventos de carácter científico que posibiliten el encuentro de profesionales a nivel nacional e internacional.
19. En los últimos años, el gremio profesional no ha evidenciado su postura política ante los hechos trascendentales que afectan la soberanía nacional, la democracia, la participación ciudadana y la violación flagrante de los derechos humanos en general.
20. La falta de propuestas y posicionamientos por parte del gremio profesional, ante la realidad nacional, le da una imagen conformista y con poca capacidad de respuesta a las demandas e intereses de sus agremiados y de la población en general.

AGRADECIMIENTOS

A los alumnos y docentes de la Escuela de Trabajo Social, a la Decanatura de la Facultad de Ciencias Sociales y a la Dirección de Vinculación Universidad-Sociedad por la colaboración prestada. Asimismo, a la Dra. Corina Hernández, directora del Postgrado Latinoamericano de Trabajo Social; a la Msc. Zoila Madrid, docente de la Maestría y al licenciado, Roberto Briceño, jefe del Departamento de Sociología, por la

asesoría brindada en el desarrollo de esta investigación. De igual manera, gracias a la Dirección de Investigación Científica de la UNAH por proveernos el apoyo financiero necesario para llevar a cabo este estudio.

También gracias a Reina Esperanza Cálix Montes, María Elena Méndez Ordoñez, Duma Midian Valle y María de Jesús Bustillo; quienes colaboraron de alguna manera en el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cariás, Z. M. (2008). *Repensando los estudios generales*. Tegucigalpa: Editorial Universitaria.
- CESPAD. (2011). *La profundización del modelo neoliberal en el gobierno actual*. Tegucigalpa.
- Del Cid García, C. M. (2010). *Análisis del contexto, situación política, económica y social de Honduras*. Tegucigalpa: Facultad de Economía.
- FOSDEH. (2012). *Realidad Nacional. Análisis del FOSDEH inicio tercer año administración de Lobo Sosa*.
- Jorgelina, B. (2007). *Desafíos a la intervención profesional de Trabajo Social ante las manifestaciones contemporáneas de la cuestión social*. Universidad de Luján, Buenos Aires, Argentina.
- Ludi, M. D. (2003). *Formación académica en trabajo social: Una apuesta política para repensar la profesión*. Buenos Aires, Argentina.
- Molina, M. L. (2010). *Estado de Situación de la formación y organización profesional en trabajo social en el contexto de la región México, Centro América y el Caribe*. Costa Rica: ALAEITS.
- Picado E., M. (2004). Algunos planteamientos para Repensar la Formación profesional en Trabajo Social. En Molina M., C; Ma. Lorena. *La cuestión social y la formación profesional en trabajo social en el contexto de las nuevas relaciones de poder y la diversidad latinoamericana*. San José: ESPACIO Editorial.
- Rosas Pagaza, M. (2004). *Tendencias teórico-epistemológicas y metodológicas en la formación profesional*. XVIII Seminario Latinoamericano de Escuelas de Trabajo Social. Buenos Aires, Argentina.
- Tibaná Ríos, D. y. (2009). *Fundamentación de la Intervención de Trabajo Social: Sistema conceptual y avances*. Bogotá, Colombia.
- UNAH, C. d. (1999). *Plan de Estudios del Grado de Licenciatura en Trabajo Social*. Tegucigalpa.
- UNAH, U. N. (2009). *Modelo Educativo de la UNAH*. Tegucigalpa.

ANEXOS

Grupo focal con profesionales de Trabajo Social de la regional en la ciudad de San Pedro Sula.



Grupo focal con profesionales de Trabajo Social de la regional en la ciudad de San Pedro Sula



Grupo focal con profesionales de Trabajo Social de la regional en la ciudad de Tegucigalpa



Grupo focal con directivos y ex directivos del Colegio de Profesionales de Trabajo Social



Grupo focal con personal docente de la Carrera de Trabajo Social - UNAH



Grupo focal con estudiantes de la Carrera de Trabajo Social - UNAH



Socialización y validación con profesionales Trabajo Social regional La Ceiba



Socialización y validación con profesionales Trabajo Social regional San Pedro Sula



Socialización borrador primer informe de investigación con personal docente de la Carrera de Trabajo Social

Determinación del potencial de generación de energía renovable en la UNAH

Nabil Kawas¹

Edgar Josué Mejía Escobar, Germán Joaquín Gómez Canales²

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la posibilidad de aprovechar las condiciones ambientales y meteorológicas analizando los parámetros de radiación y viento e instalando equipo meteorológico de gran precisión, asimismo poder determinar el potencial de generación de energía eléctrica sostenible y ambientalmente amigable dentro del campus central de la UNAH. Para el logro de esta tarea se instaló una estación meteorológica automática con sensores de dirección y velocidad de viento de última generación.

De los análisis realizados al parámetro viento, medido a 10 metros, y las estimaciones realizadas a 30, 60 y 80 metros, utilizando la ley exponencial de Hellmann y el método de distribución de Weibull, se verificó que existe un potencial para mover un generador de baja potencia para la producción de energía eólica.

Con respecto a la radiación solar, según los promedios mensuales y los máximos registrados en el lugar de estudio, se determinó que existe el potencial para la generación de energía eléctrica. Estos valores están determinados en menor o mayor potencial según la temporada y la influencia de fenómenos meteorológicos que se presentan en Honduras.

Palabras claves: *radiación solar, viento, energía renovable, sensores, Hellmann, Weibull.*

ABSTRACT

To determine the possibility of using environmental and weather conditions by

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra. Correo electrónico: nkawas@gamil.com

² Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Estación Meteorológica Experimental Correo electrónico: edgarjosuemejia@gmail.com; joaquin.honduras@gmail.com.

analyzing radiation and wind parameters by installing highly accurate meteorological equipment to determine the potential of sustainable electricity generation that is environmentally friendly for the UNAH's central campus. They installed an automatic weather station, wind direction sensors and speed generation.

The analisis performed to measure wind parameter at 10 feet and the estimations made at 30, 60 and 80 meters using Hellmann's Exponent Law and Weibull distribution method, found out that there is potential for low-power generator for the wind power generation.

In regard to solar radiation, depending on monthly averages and highs registered in the study site, the potential exists for the generation of electrical energy. These values are determined to a lesser or greater potential under the influence of season and weather phenomena that occur in Honduras.

Key words: solar radiation, wind, renewable energy, sensors, Hellmann, Weibull.

INTRODUCCIÓN

Una energía alternativa o más precisamente una fuente de energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menos efecto contaminante o fundamentalmente por su posibilidad de renovación (Quiñones Cabello, 2006).

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. Así, el concepto de crisis energética aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. En consecuencia, un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía (Quiñones Cabello, 2006).

Las energías renovables se encuentran en un nivel de desarrollo adecuado para su explotación comercial, una de ellas es la energía eólica que ha destacado por ser la más rentable, la que ha crecido en los últimos años exponencialmente. Otra alternativa para la generación de energía es la radiación solar por medio de celdas fotovoltaicas, que en la actualidad sus avances en la captura de radiación solar han sido utilizados en casi todos los ámbitos del quehacer humano (Quiñones Cabello, 2006).

Todos los países del istmo centroamericano han emprendido acciones para

fomentar la participación de las fuentes renovables, la diversificación de las fuentes de energía y el ahorro y uso eficiente de la energía. Muchas de estas acciones se han concretado en el desarrollo de nuevos proyectos, iniciativas y programas. Actualmente en Honduras existen muchos proyectos de energía renovable, algunos de ellos ya instalados (105 MW).

Con estas nuevas opciones y tomando en cuenta el consumo de energía eléctrica en la ciudad universitaria, en este estudio se busca encontrar una alternativa de generar energía renovable, con un sistema híbrido entre eólica y solar.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio se determinó instalar una estación meteorológica automática con sensores de dirección y velocidad de viento, un data logger suficientemente robusto para el procesamiento de la información, y un sistema GPRS. Se utilizó el sensor de viento 05103 (ver imagen 1) y un data logger CR850 (ver imagen 2).

Imagen 1. Veleta para medir dirección y velocidad



Imagen 2. Data logger CR850 de viento



TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se empezó por identificar y completar una base de datos digital sobre el parámetro climatológico de viento, registrados en otros lugares aledaños. También se tomó en cuenta la serie climatológica en la Estación Meteorológica Experimental (EME) de la UNAH y los datos capturados en la estación meteorológica automática utilizada en este proyecto.

Este proceso consistió en las actividades digitalización y procesamiento de 20 años de información ya existentes, con control de calidad. En la estación meteorológica automática se configuraron 3 tablas para poder capturar datos cada 10 minutos, horarios y diarios.

Extrapolación de datos en la vertical

Debido a que los datos se midieron a la altura de 10 metros, fue necesario estimar velocidades a mayores alturas, utilizando la ley exponencial de Hellmann que relaciona las velocidades de dos alturas cualesquiera y se expresa con la ecuación siguiente (Muciño Morales, 2009):

$$V_h = V_{10} \left(\frac{h}{10} \right)^\alpha$$

En la que V_h es la velocidad del viento a la altura h , V_{10} es la velocidad del viento a 10 metros de altura y α es el exponente de Hellmann que varía con la rugosidad del terreno, cuyos valores se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Rugosidad del terreno

Lugares llanos con hielo o hierva	$\alpha = 0.08 \div 0.12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0.14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0.13 \div 0.16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0.2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0.2 \div 0.26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0.25 \div 0.4$

En este estudio se utilizó el valor para zonas rústicas, es decir 0.2, debido a que en los alrededores del sitio de estudio existen obstáculos naturales y generados por el hombre, tales como colonias (viviendas), algunas edificaciones de comercios y el terreno es quebrado.

Distribución de Weibull y rosa de los vientos

1. Distribución de direcciones: la distribución de direcciones de viento es de vital importancia a la hora de ubicar las turbinas eólicas en terrenos no uniformes o formando varios conjuntos de ellas e, incluso, para conocer la variabilidad direccional del régimen de vientos al que debe responder el sistema de orientación de la máquina (ver gráfico 1).

La rosa de los vientos (ver imagen 3) solo indica la distribución relativa de las direcciones del viento y no el nivel real de la velocidad media del viento, para ello es necesario hacer un análisis de las velocidades del viento a través de distribuciones de probabilidad como la de Weibull (Muciño Morales, 2009).

2. Rosa de los vientos: un vistazo a la rosa de los vientos es extremadamente útil para situar aerogeneradores. Si una gran parte de la energía del viento viene de una dirección particular, lo que se necesitara, cuando se coloque una turbina eólica, será tener la menor cantidad de obstáculos posibles en esa dirección, así como un terreno lo más liso posible (Joaquín Mur Amada).

Gráfico 1. Distribución de Weibull

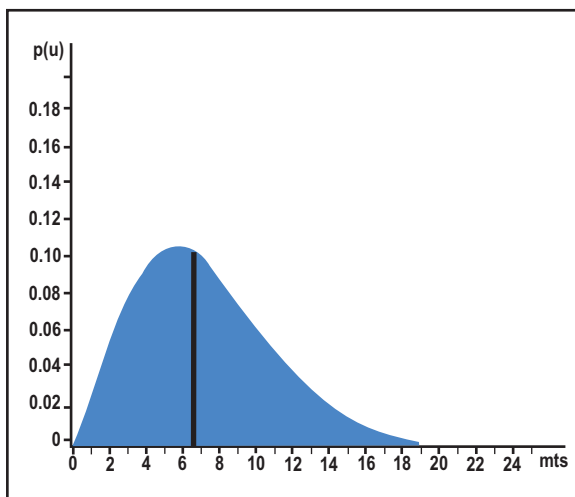
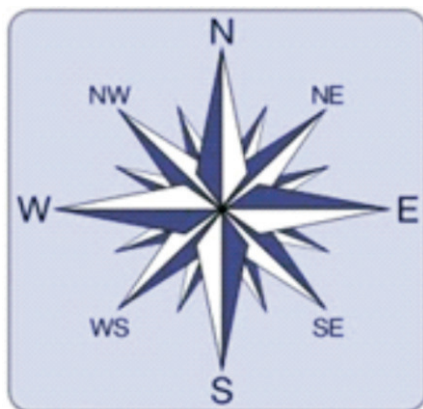


Imagen 3. Rosa de los vientos



El conocimiento de la distribución de probabilidades de velocidades de viento $p(v)$ es muy importante a la hora de determinar el potencial eólico disponible, además sirve para otros parámetros energéticos de interés. Para la industria eólica es muy importante ser capaz de describir la variación de las velocidades del viento, ya que los proyectistas de turbinas necesitan la información para optimizar el diseño de sus aerogeneradores, así como para minimizar los costes de generación.

Si se miden las velocidades del viento a lo largo de un año, se observará que en la mayoría de áreas los fuertes vendavales son raros, mientras que los vientos frescos y moderados son bastante comunes (Muciño Morales, 2009). La variación del viento en un emplazamiento típico suele describirse utilizando la llamada distribución de Weibull, que esta descrita por la ecuación siguiente:

$$F(V) = \frac{\kappa}{c} * \left(\frac{V}{c}\right)^{\kappa-1} * e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{\kappa}}$$

Donde:

v : es la velocidad

κ : parámetro de forma ($0 < \kappa < \infty$)

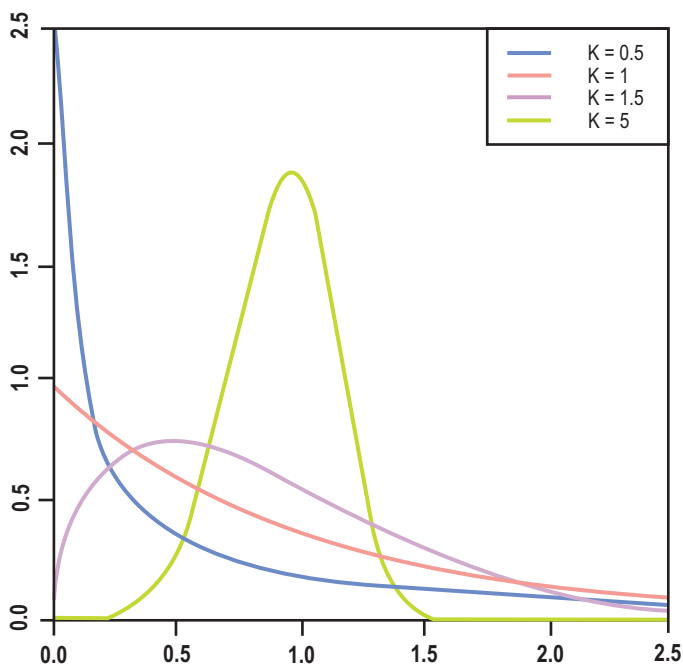
c : parámetro de escala ($0 < c < \infty$)

El parámetro κ , como su nombre lo indica, determina la forma, o perfil, de la distribución, la cual es función de este valor.

El parámetro c indica la escala de la distribución, es decir, muestra que tan aguda o plana es la función. Una distribución biparamétrica está completamente definida por los parámetros de forma y de escala, los valores de estos parámetros varían dependiendo del emplazamiento en estudio.

El factor de forma κ varía en un rango de 1.5 a 3.0. En la gráfico 2 se muestran distintas curvas de Weibull para distintos valores de κ .

Gráfico 2. Curvas de Weibull



Los valores k y c se deben obtener a partir de las medidas tomadas en el emplazamiento. Para lograrlo se ajustan los datos obtenidos mediante mínimos cuadrados a la distribución de Weibull mediante las fórmulas, utilizando la ecuación lineal de regresión y sabiendo que $y = \ln(-\ln(F))$, $x = \ln(v)$.

Donde:

v es la velocidad medida

k es el parámetro de forma, k , es la pendiente de la recta de regresión

Deducción del parámetro c

$$b = K * \ln(c)$$

$$\frac{b}{K} = \ln(c)$$

$$c = e^{\left(\frac{b}{K}\right)}$$

Densidad de potencia

El recurso eólico en un sitio que puede ser descrito a grandes rasgos por la velocidad media del viento, pero la densidad de potencia disponible en el viento proporciona una indicación más correcta del potencial de energía eólica de un sitio. La densidad de potencia es proporcional a la suma del cubo de la velocidad promedio a corto plazo del viento y la densidad del aire. Debido a este término cúbico, dos sitios con la misma velocidad promedio del viento, pero con diferentes distribuciones, pueden tener valores muy diferentes de densidad de potencia. La densidad de potencia disponible en el viento se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad de potencia} = 0.5 * \rho * v^3 * F(v)$$

Donde:

ρ = densidad del aire

v = velocidad del viento

$F(v)$ = probabilidad de ocurrencia de la velocidad (distribución de probabilidad de Weibull)

Esta ecuación solo debe utilizarse para registros individuales de medición y no para los registros promedio a largo plazo, tales como el valor mensual o anual. Utilizar esta ecuación con promedios a largo plazo subestimará la densidad de potencia disponible en el viento, debido a que los promedios a largo plazo no incluirán la mayoría de los registros de más alta velocidad.

METODOLOGÍA

Se instaló un sensor para medir radiación solar directa (piranómetro), por lo cual se configuró para recolectar información de radiación en W/m^2 en valores horarios, máximos diarios, máximos diarios absolutos y promedios diarios; generando, digitalizando y procesando esta información durante un año y así poder determinar el potencial con que cuenta la ciudad universitaria en la generación de energía eléctrica por medio de la radiación solar (ver imagen 4).

Se generaron tablas con valores promedios horarios y máximos absolutos horarios, calculando los valores promedios diarios y posteriormente mensuales.

Imagen 4. Piranómetro



RESULTADOS

Viento

Tomando en consideración algunos aspectos sobre la ubicación del sitio de estudio y los resultados obtenidos, se puede deducir que los efectos locales marcan un patrón significativo en la velocidad del viento, las velocidades varían según el día y la noche, donde durante la noche el viento tiende ser calmo o muy suave; posteriormente, durante el día, tiende a acelerarse después de la 9:00 a.m.

Este patrón local cambia cuando existen fenómenos a otra escala meteorológica y de temporadas ya definidas, como la sinóptica, donde se presentan efectos con alguna frecuencia, pero de corta duración, volviéndose a las condiciones locales cuando estos efectos se disipan.

Para fines de este estudio y debido a estos comportamientos, se tomó en cuenta solamente el viento diurno con un horario entre las 6:00 a.m. y 7:00 p.m. En este periodo de datos recolectados se presentan valores muy desiguales, por ejemplo, los meses de abril y mayo arrojan valores promedios entre 1.60 y 2.10 m/s, siendo estos los meses con menor potencial de generación.

Igualmente se observa que existen varios meses con valores de velocidad por arriba de 3.0 m/s, como noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, relacionado

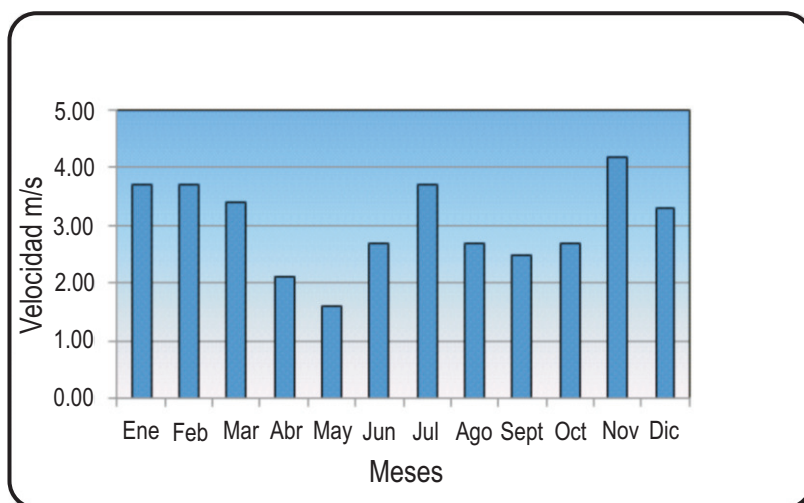
esto con la presencia de sistemas anticiclónicos migratorios y asociados al desplazamiento de las masas frías desde las zonas polares y latitudes medias del hemisferio norte. En los gráficos de estos meses existen unos picos máximos de corta duración en la escala temporal de entre 2 a 4 días, donde el viento se acelera considerablemente.

El mes de julio presenta valores muy significativos de 3.7 m/s, esta aceleración está asociada a la intensificación de los vientos alisios, generados por el anticiclón de la Bermudas y relacionado al periodo de canicular que se presenta en esta época en varias regiones de Honduras (Gómez Canales, 2013).

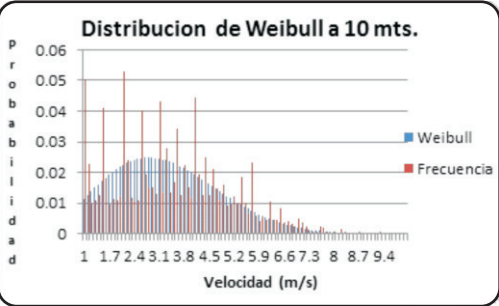
A continuación se presentan gráficos del comportamiento de la velocidad del viento a 10 metros, de forma mensual, durante el periodo de abril de 2012 a marzo de 2013.

Comportamiento mensual del viento

Gráfico 3. Velocidad del viento, abril 2012-marzo 2013



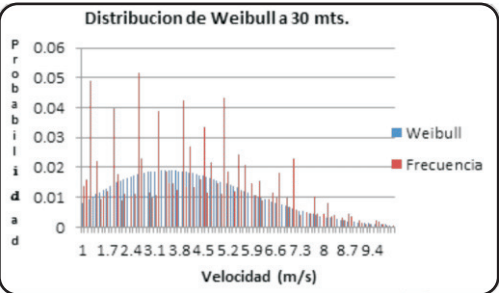
Distribución de Weibull: se realizó un análisis con la distribución Weibull para la serie de datos de la estación automática utilizada en el estudio, el cual se realizó para vientos a una altura de 10, 30, 60 y 80 metros durante el periodo de abril de 2012 hasta marzo de 2013, obteniéndose los siguientes resultados (Mejía Escobar, 2013):



VIENTO A 10 metros

PARÁMETRO

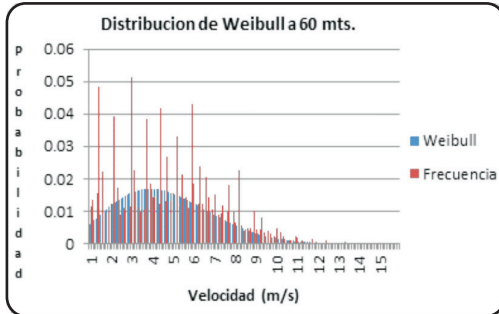
Velocidad promedio (m/s)	3.25
Densidad de potencial (W/m ²)	39.79
Factor de escala C	3.7152
Factor de forma (k)	2.2206



VIENTO A 30 metros

PARÁMETRO

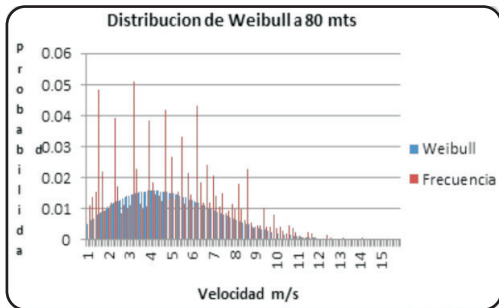
Velocidad promedio (m/s)	4.02
Densidad de potencial (W/m ²)	61.22
Factor de escala C	4.656
Factor de forma (k)	2.1109



VIENTO A 60 metros

PARÁMETRO

Velocidad promedio (m/s)	4.6642
Densidad de potencial (W/m ²)	80.77
Factor de escala C	5.28775929
Factor de forma (k)	2.1225



VIENTO A 80 metros

PARÁMETRO

Velocidad promedio (m/s)	4.9674
Densidad de potencial (W/m ²)	91.8
Factor de escala C	5.6274
Factor de forma (k)	2.1197

Radiación solar

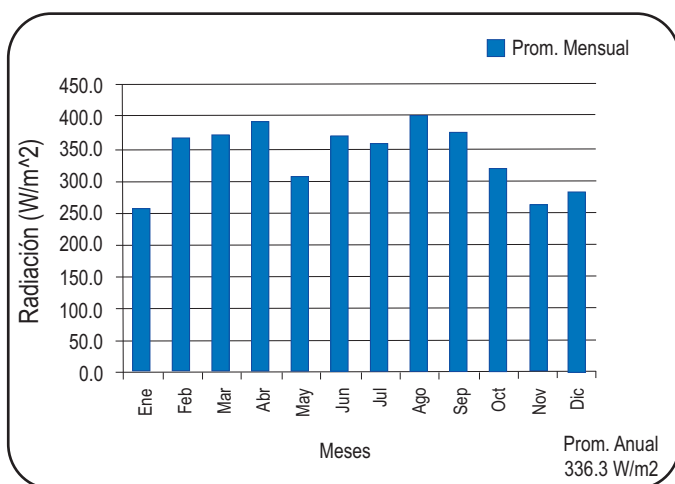
Con esta información obtenida se verificó que existe el potencial requerido para la generación de energía eléctrica, obteniéndose un promedio anual de 336.3.7 W/m², se obtuvieron valores máximos absolutos, que oscilan entre los 1,000 y 1,396 W/m², en un horario entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m. Estos valores varían dependiendo de la nubosidad existente asociada a los diferentes fenómenos meteorológicos.

Durante el año, la mayoría de los meses presentan un gran potencial de radiación, con valores promedios por arriba de 300 W/m², relacionados algunos a la temporada seca que se presenta en esta región de país, también existen meses con un gran potencial, aunque están dentro de la temporada de lluvias; esta radiación se presenta de forma diurna, presentándose la menor cantidad de radiación en horas de la tarde.

El menor potencial de generación se presenta entre los meses de noviembre a enero, con valores por debajo de 300 W/m², temporada en la que se presenta invasión de masas frías desde las zonas polares y latitudes medias, manteniendo abundante nubosidad por varios días e impidiendo la penetración de los rayos solares hasta la superficie terrestre.

Estos desplazamientos de masas frías se presentan en territorio hondureño con una frecuencia de 2 a 3 por mes, dependiendo en gran medida los efectos meteorológicos en la escala global (Kawas, 2013).

Radiación solar promedio mensual



Meses	(W/m ²)
Ene	254.5
Feb	364.3
Mar	371.4
Abr	389.3
May	302.0
Jun	368.8
Jul	355.7
Ago	399.0
Sep	372.4
Oct	316.2
Nov	260.2
Dic	281.2
Prim.	336.3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Según el análisis realizado al parámetro de viento medido a 10 metros y las estimaciones realizadas a 30, 60 y 80 metros, utilizando la ley exponencial de Hellmann y el método de distribución de Weibull, se verificó que existe un potencial para mover un generador de baja potencia para la generación de energía eólica.
2. La influencia de los diferentes fenómenos meteorológicos determinan el comportamiento del viento en el lugar de estudio, dominando en gran medida los efectos locales, dando lugar a observar viento muy suave o calmo por la noche y acelerándose al momento de un mayor calentamiento de la superficie terrestre durante el día; este comportamiento cambia significativamente cuando existe la presencia de fenómenos a una mayor escala (escala sinóptica) y el viento se mantiene una velocidad uniforme durante la noche y el día (presencia de empujes polares, ciclones tropicales, etc.).
3. Según los datos recolectados de radiación solar y su análisis, se concluye que según el promedio mensual, que fue de 336.3 W/m^2 y a los máximos de radiación que se registraron en el lugar de estudio, existe el potencial para la generación de energía eléctrica. Estos valores están determinados en menor o mayor potencial según la temporada y por la presencia de fenómenos meteorológicos que influyen en Honduras; estos datos se presentaron en las tablas y gráficos de los resultados obtenidos.
4. Es recomendable realizar mediciones a estas alturas y poder tener un valor más real, instalando sensores similares a los que se utilizaron a 10 metros y así mejorar la metodología usada, ya que con dichas mediciones podríamos calcular los valores de turbulencia en el lugar de estudio.
5. Debido a que el valor obtenido de velocidad media del viento en la Ciudad Universitaria fue de 3.3 m/s a 10 metros y a esta velocidad se podría generar energía eléctrica con molinos de baja potencia y que se encontró un potencial satisfactorio para la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, sería muy interesante y provechoso hacer un estudio de factibilidad económica de fuentes de energía renovable con un sistema híbrido entre energía eólica y solar, por lo anterior es necesario medir viento a 30, 60 y 80 metros con los sensores respectivos y así complementar este estudio.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección de Investigación Científica de la UNAH por el apoyo prestado en el desarrollo de este trabajo, a los compañeros de la Estación Meteorológica Experimental de la UNAH por su valiosa cooperación en la instalación del equipo y por su labor ininterrumpida durante 34 años de generación de información meteorológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Borja D., Marco A. (2003). *Proyecto eólico*. Disponible en:
<http://www.iiw.org.mx/boletin042003/tend.pdf>.
- Cancino Solórzano, Y. y Bernart, Xiberta. (2007). *Situación actual de la energía eólica en México: alcances y perspectivas*.
- Cepal, Naciones Unidas. (2009). *Istmo centroamericano: las fuentes renovables de energía y el cumplimiento de la estrategia 2020*.
- Coto Torres, Jeffrey. Diseño de un sistema alternativo de generación de energía renovable por medio de la utilización de colectores solares fotovoltaicos.
- CIEMAT. (1997). Principios de conversión de la energía eólica.
- Criado, Víctor. Manual práctico de evaluación de una instalación de energía eólica a pequeña escala.
- Muro Sáenz, Fernando (1988). Estadística práctica.
- Meted Ucar. Disponible en: http://www.meted.ucar.edu/oceans/currents_es/wind
- Muciño Morales, David Eduardo. (2009). *Evaluación del recurso eólico de la ciudad universitaria en México*.
- MurAmada, Joaquín. *Curso de energía eólica*.
- Neumann, Antonio Lecuona. (2002). *La energía eólica: principios básicos y tecnología*.
- Oñate Arresti, D. (2006). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica*. Disponible en:
http://www.torresrefrigeracion.com/pdf/art_fot_014.pdf
- Orbegozo, Carlos; Arivilca, Roberto. (2010). *Energía solar fotovoltaica*.
- Pinilla Álvaro, S. (1997). *Manual de aplicación de la energía eólica*.
- Quiñones Cabello, Ana María. (2006). *Energías alternativas. Solución para el desarrollo sustentable*. Chile.
- Valverde Martínez, Aniceto. (1987). *Aprovechamiento de la energía eólica*. Murcia Universidad.
- Sistemas fotovoltaicos conectados a la Red. (2008). Disponible en:
<http://www.iie.org.mx/proyecto fotovoltaico>

Contribución al estudio de las corrientes parásitas en un anillo de Thomson

Felipe Garay,¹ Víctor Armijo, Sergio Serrano

RESUMEN

Las corrientes parásitas inducidas en metales por un campo magnético variable, siempre constituyen un tema de interés a nivel teórico y práctico (contadores de luz, hornos, detectores de metales), así como en la enseñanza de la Física.

Esas corrientes se producen, por ejemplo, mediante un montaje del tipo del anillo de Thomson: cuando este núcleo se alarga sobresaliendo de la bobina, para introducir un anillo, frecuentemente de aluminio, aparece el fenómeno de levitación magnética debido a la repulsión entre la corriente de la bobina y la inducida en el anillo.

Nuestro objetivo con este trabajo se centra en obtener la forma exponencial decreciente de la fuerza repulsiva que empuja al anillo frente a la altura de equilibrio que este alcanza. Para ello se realizaron los siguientes experimentos:

1. Estudio de la fuerza repulsiva sobre el anillo, con relación a la altura dentro del núcleo (se introdujo un método novedoso, pues no se necesita voltear el montaje bobina-anillo).
2. Estudio del efecto disipativo de la corriente en el anillo, analizando el aumento de temperatura en un recipiente con agua, receptor del calor generado por el anillo. Adicionalmente, se proponen métodos para estudiar la frecuencia de oscilación del anillo y el desfase entre la corriente en él, en relación con la inductora.

Palabras clave: *corrientes parásitas, fenómeno de levitación magnética, efecto disipativo de la corriente.*

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Física. Correo electrónico: felipe.jose.garay@gmail.com

ABSTRACT

The eddy currents induced in metals by a variable magnetic field are always a topic of interest, both theoretical and practical (electricity meters, furnaces, metal detectors) and in Physical teaching.

These flows occur, for example, a mounting ring Thomson type: when this core projecting from the coil extends to introduce a ring, often aluminum, appears magnetic levitation phenomenon due to repulsion between the coil current and the induced in the ring.

Our objective with this work has focused on obtaining the decreasing exponentially repulsive force that pushes the ring vs. height it reaches equilibrium. We carry out the following experiments:

1. Study of the repulsive force on the ring, in relation to height in the core (here we introduce a novel method for not need to turn the coil-ring assembly).
2. Study dissipative effect of the current in the ring, analyzing the temperature rise in container with water, heat generated by receiver ring. Additionally, we propose methods to study the oscillation frequency of the ring and the gap between the current in it in relation to the inducer.

Key words: eddy currents, magnetic levitation phenomenon, dissipative effect of the current.

INTRODUCCIÓN

La inducción electromagnética es quizá uno de los fenómenos más impactantes del electromagnetismo y también de los más útiles; en el caso del llamado anillo de Thomson, la inducción provoca la levitación del anillo. Para producir este efecto se dispone de una bobina dotada de un núcleo de hierro (una barra vertical) que sobresale de la bobina, con una longitud de casi el triple que la parte interior a la bobina (ver imagen 1).

La bobina se alimenta con corriente alterna (se usaron 260 V, de la red externa). Al introducir cualquiera de los anillos de aluminio con los que se trabajan (con un hoyo siempre algo más ancho que el diámetro del núcleo sobresaliente), este se levanta sobre el núcleo hasta que su peso lo detiene, quedando en equilibrio de levitación.

En general, la bibliografía referente al tema² establece que la fuerza de repulsión magnética que sufre (hacia arriba) el anillo, ha de disminuir exponencialmente con la altura; aunque en la bibliografía consultada no aparece un método específico para medir esa fuerza.

Algunas veces, se proponen opciones muy sofisticadas para medir la fuerza, pero ni así, según la amplia bibliografía consultada, se consigue establecer de forma experimental el esperado decrecimiento exponencial. En consecuencia, en este trabajo se encuentran dos formas alternas de tal tipo de decrecimiento ligado directamente, en ambas situaciones, al decrecimiento exponencial de la corriente parásita inducida en el anillo.

Imagen 1. Detalle del montaje



² Ver: Álvaro Esneider, J. R. (2004). Anillo de Thomson. *Revista Colombiana de Física*, (36), 1; Franco, A. G. (2009). Curso interactivo de Física en internet. Disponible en: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_elecmagnet/induccin/anillo/anillo.xhtml

OBTENCIÓN TEÓRICA DE LA FUERZA DE REPULSIÓN SOBRE EL ANILLO

La corriente que alimentó la bobina (la llamamos I_b) fue la de red a 60 Hz y 260 V; por tanto, podemos escribir: $I_b = I_{0b} \sin \omega t$ (1).

Por otro lado, el campo magnético responsable de la fuerza vertical que levanta el anillo por encima de la bobina, proviene del componente radial del campo creado por la propia bobina y su núcleo (las componentes azimutal y vertical no pueden producir fuerza vertical). El campo completo que genera la bobina es útil presentarlo en la forma siguiente:

$$\vec{B} = B_\rho \hat{\rho} + B_z \hat{z} + B_\varphi \hat{\varphi} = \mu n I_b(t) [f_\rho(\rho, z) \hat{\rho} + f_z(\rho, z) \hat{z} + f_\varphi(\rho, z) \hat{\varphi}] \quad (2)^3$$

Donde:

1. Las funciones $f_\rho(\rho, z)$, $f_z(\rho, z)$ y $f_\varphi(\rho, z)$, que incluyen integrales elípticas, de resolución numérica, están en relación directa con la geometría del sistema y, por supuesto, al no depender del tiempo, no tienen efectos en la inducción.
2. n e $I_b(t)$ son respectivamente el número de vueltas por unidad de longitud de la bobina y la corriente que la alimenta (la de la red, ya antes mencionada, dependiente del tiempo).

De los dos componentes del campo que intervienen:

1. El componente vertical es responsable de la inducción en el anillo (la otra –por ser tangencial al plano de cualquier espira de la bobina– no puede producir flujo):

$$(\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{a} = \int \vec{B} \cdot da \hat{z} = \int B_z da);$$

2. La radial es la causante de la fuerza que hace levitar el anillo, su valor se calcula así:

$$\vec{F} = I_a \int d\vec{s} \times \vec{B} = I_a \int r_a d\varphi \hat{\varphi} \times \vec{B} = \hat{z} I_a r_a \int d\varphi B_\rho = 2\pi I_a r_a B_\rho \hat{z} \quad (3)$$

3. No incluye el término con $\int d\varphi \hat{\varphi} \times B_\varphi \hat{\varphi}$, dado que evidentemente es nulo.

³ La casi totalidad de los puntos sobre cualquier sección circular del anillo (perpendicular al núcleo de hierro) 'recibe' un campo en que la permeabilidad magnética es la del hierro (signada con μ) en la pequeña corona de aire entre el anillo y el núcleo y sobre el propio anillo, la permeabilidad es μ_0 .

4. Tampoco incluye el componente $I_a r_a (\int d\phi \hat{\phi} \times B_z \hat{z})$ pues la pequeña fuerza radial sobre cada elemento de longitud del anillo termina en una fuerza total nula, asumiendo que la resistencia mecánica del anillo evita la deformación del mismo (de nuevo recordamos que los subíndices 'a' indican valores para el anillo: I_a , corriente inducida en el anillo; r_a radio del anillo).
5. La única integral sobreviviente entrega un resultado sencillo, ya que $B_\rho \propto f_\rho(\rho, z)$ permite ser extraído de la integral.

Teniendo en cuenta en (3), la expresión de (2):

$$F(z, t) = 2\pi\mu r_a n I_b(t) I_a(t) f_\rho(r_a, z) \quad (4)$$

Expresión análoga a la de la ecuación (3), en Hall, 1997,⁴ en la que es útil notar que intervienen las dos corrientes, la inductora y la inducida.

El cálculo de la corriente inducida sobre el anillo es un trabajo sencillo: se trata de resolver la 'ecuación de circuito' para el anillo:⁵

$$M \frac{dI_b}{dt} = L \frac{dI_a}{dt} + I_a R$$

Lo que recuerda que el voltaje inducido en el anillo por la corriente de la bobina –dependiente, a través del coeficiente M , de la “relación geométrica” anillo–bobina– se invierte en una autoinducción en la bobina y en una caída de voltaje debido al efecto resistivo. Se trata de resolver:

$$L \frac{dI_a}{dt} + I_a R = M I_{0b} \omega \cos \omega t.$$

Como es bien sabido, la solución tiene la forma:⁶ $I_a = I_{0a} \cos(\omega t - \delta) + A e^{-(R/L)t}$ en donde el término exponencial es un transitorio que en relativo poco tiempo no tiene influencia y las constantes I_{0a} y δ , dependientes de las condiciones iniciales, son:

⁴ Hall, J. (feb., 1997). Forces on the jumping ring. *The Physics Teacher*, 35.

⁵ El planteamiento de la ecuación de circuito aparece, por ejemplo, en: Franco, A. G. (2009). Curso interactivo de Física en internet.

⁶ Para la solución de la ecuación de circuito se aplica la técnica de las e.d.o. con coeficientes constantes (como también puede leerse en la ref. aludida en la cita 2).

$$I_{0a} = \frac{M\omega I_{0b}}{\sqrt{(L\omega)^2 + R^2}} \text{ y } \delta = \tan(L\omega/R)^7$$

Tras desarrollar el $\cos(\omega t - \delta)$ es interesante leer la corriente en el anillo en una forma muy útil para la posterior interpretación:

$$I_a = \frac{M\omega I_{0b}}{\sqrt{(L\omega)^2 + R^2}} \left(\frac{R}{\sqrt{(L\omega)^2 + R^2}} \cos \omega t + \frac{L\omega}{\sqrt{(L\omega)^2 + R^2}} \sin \omega t \right) \quad (5)$$

Lo cual nos lleva a una expresión para la fuerza de (4):

$$F(z, t) = 2\pi\mu r_a n \frac{M\omega I_{0b}^2}{(L\omega)^2 + R^2} * (R \sin \omega t \cos \omega t + L\omega \sin^2 \omega t) f_\rho(r_a, z) \quad (6)$$

Donde, además de $f_\rho(r_a, z)$ también M es función de la altura, z , que alcance el anillo:

$$M = \frac{\Phi_{bob \rightarrow ani}}{I_{bob}} = \frac{\iint B_z da}{I_b} = N \left(\mu n \int_0^{r_b} f_z(\rho', z) \rho' d\rho' \int_0^{2\pi} d\varphi' \right) = \mu 2\pi n N \int_0^{r_b} f_z(\rho', z) \rho' d\rho'$$

En (6) encontramos una fuerza oscilante que provoca vibración en el anillo. El promedio temporal es:

$$\langle F(z) \rangle_{(T=2\pi/\omega)} = \mu 2\pi r_a n \frac{M(z)\omega I_{0b}^2}{(L\omega)^2 + R^2} * \left(\frac{1}{2} R \langle \sin 2\omega t \rangle + L\omega \langle \sin^2 \omega t \rangle \right) f_\rho(r_a, z)$$

Que (de acuerdo con las referencias 1 y 3) nos lleva⁸ a:

$$\langle F(z) \rangle_{(T=2\pi/\omega)} = \frac{\mu\pi r_a n M(z)\omega L I_{0b}^2}{(L\omega)^2 + R^2} f_\rho(r_a, z) \equiv \mu\pi r_a n \omega^2 I_{0b}^2 \frac{M(z)}{L} f_\rho(r_a, z) \sin^2 \delta \quad (7)$$

La presencia de la L es la causa de la fuerza neta hacia arriba, debido al desfase que impone en la corriente sobre el anillo, este puramente resistivo solo habría presentado el término proporcional a $\sin \omega t \cos \omega t$, cuyo promedio temporal es cero.

Por otro lado (4), se muestra que intervienen ambas corrientes, las cuales están con

⁷ Ver la ecuación (2) de: Paul, J. H.; Tjossem, E. C. (April 2011). Optimizing Thomson's jumping ring. *Am. J. Physics*, 79(4).

⁸ $\langle \sin 2\omega t \rangle_{(t=2\pi/\omega)} = 0$ y $\langle \sin^2 \omega t \rangle_{(t=2\pi/\omega)} = 1/2$

relación inmediata a las respectivas componentes vertical y radial del campo, y que esas corrientes estén desfasadas, propone que los referidos componentes vertical y radial, asimismo, lo estén (se encuentra aquí otra manera de entender la causa de una fuerza neta no nula).⁹

PRIMERA INFORMACIÓN EXPERIMENTAL SOBRE LA CORRIENTE INDUCIDA

Fuerza dependiente de la altura

Se preparó un montaje, como el que se muestra en la figura 1, en el que un sistema de hilos móviles y un contrapeso permitía colocar el anillo tenso a cualquier altura sobre el tubo (el primer anillo que se ve solo sirve de soporte mediador, el que está inserto en el tubo inmediatamente encima de la bobina es el que se usó para el experimento). En este montaje radica una parte de la novedad del presente trabajo con relación a otros publicados sobre el mismo tema.

Se usó una bobina, con diámetros: interior de 10 cm, exterior de 12 cm y una altura de 22 cm, arrollada con 6000 vueltas de alambre de cobre esmaltado, que presenta una resistencia total de 167 Ω .

El hilo vertical conecta el anillo de apoyo con un contrapeso acoplado en la parte de la balanza opuesta al plato de la misma. Manteniendo sin disparar la balanza, se colocó el anillo de Thomson (de aluminio) a una altura por encima de la de equilibrio. Se disparó la balanza y esta señaló la fuerza hacia abajo ejercida por el anillo, resultado del peso del anillo y del contrapeso menos la fuerza magnética de repulsión. En la posición de equilibrio, la fuerza magnética, evidentemente, equivale al peso del anillo; al ir levantando el anillo a diferentes alturas, realizando para cada altura el procedimiento antes descrito, se pudieron obtener los distintos valores de la fuerza.

Se utilizaron cuatro anillos de alturas y espesores distintos, pero todos con el mismo radio. En su totalidad se observó decaimiento, esencialmente exponencial, de la fuerza magnética repulsiva, respecto de la altura del anillo sobre el núcleo de hierro. La ecuación empírica para la fuerza se presenta, no importa cuál anillo se utilice, en la forma general que sigue:

$$F_i = C_i * \exp(-k_i z) \xrightarrow[\text{con Log}]{\text{Linealizando}} \ln F_i = \ln C_i - k_i z \quad (8)$$

⁹ Álvaro Esneider, J. R. (2004). Anillo de Thomson. *Revista Colombiana de Física*, (36), 1. El autor propone, en el apéndice VII, el desfase entre los componentes del campo.

$\ln F_i = \ln C_i - k_i z$ (8) (el subíndice i distinguiría un anillo de otro).

Tabla 1. Datos de cada anillo y comprobación de igualdad entre masa (M_i) y C_i

Anillo	Altura (cm)	Espesor (mm)	Masa (g)	Valor de C_i (g)
A1 (ALTO)	12.65	2.50	16.0	16.2
A2 (ALTO)	22.08	2.50	27.9	27.5
PL1 (PLANO)	2.61	4.86	5.9	5.3
PL2 (PLANO)	2.61	7.08	9.2	9.3

De un lado, el análisis directo de la fórmula indica que en;

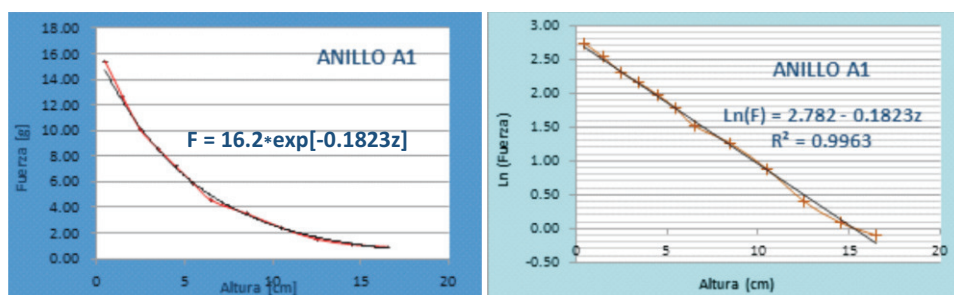
$z = 0$ (posición de equilibrio): $F_i = C_i$;

de otro, la física nos señala que, efectivamente, la fuerza repulsiva en el equilibrio ha de igualar a la masa del anillo. Una comprobación de la validez de estos resultados se da mediante el cálculo del punto de corte de la recta –aludida en (7)– con el eje vertical ($\ln F_i$); es decir, para cualquier anillo, i , se obtuvo que:

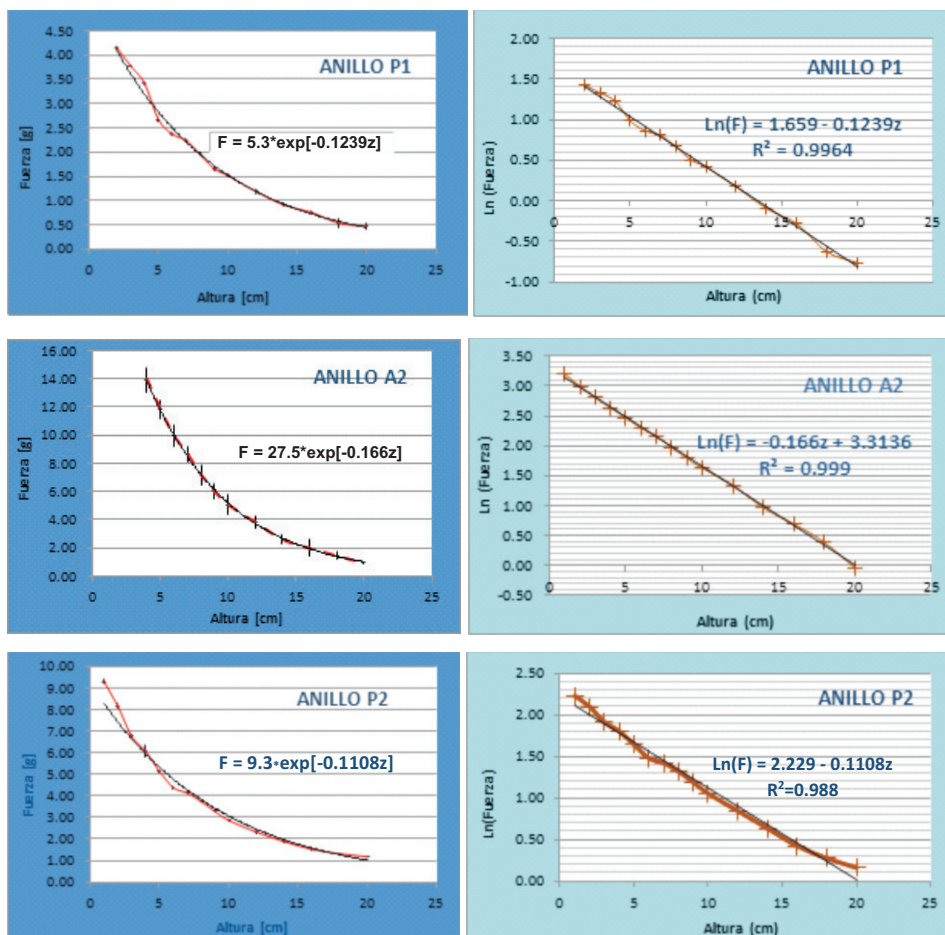
C_i (intersección con el eje vertical) $\approx$

M_a^i (masa de cada anillo, medida en la balanza) (ver tabla 1)

Gráfico 1. Fuerza de repulsión versus altura del anillo en el núcleo¹⁰



¹⁰ Las gráficas de fondo celeste corresponden a la 'linealización' de las de fondo azul (para obtener así la constante k de decaimiento). En trazo negro delgado se incluyen las 'líneas de tendencia' exactas a la forma exponencial (azul oscuro) o lineal (celeste). Solo las exponenciales incluyen los errores experimentales, las cruces en las gráficas de fondo celeste marcan solo la posición del punto.



El análisis visual de las gráficas del gráfico 1, permite hacer las siguientes consideraciones:

1. Los anillos altos presentan un comportamiento de "mejor decaimiento exponencial" que los anillos planos, en los puntos relativamente próximos a la posición de equilibrio; probablemente, se debe a la mayor dificultad para mantenerlos en equilibrio en un plano completamente horizontal, lo cual provoca una pequeña pérdida de la simetría cilíndrica en la corriente inducida en ellos.
2. Los errores experimentales (en particular los de tipo estadístico) son pequeños.¹¹

¹¹ Esa 'pequeñez' impide apenas distinguirlos con claridad en la escala de las distintas gráficas: estos errores experimentales –salvo en el anillo A2– son del orden de las centésimas de gramo, mientras que las fuerzas de repulsión son del orden de los gramos. El error experimental en la altura es siempre 0.1 cm.

3. En general, la 'exponencialidad' de las gráficas de la izquierda o la equivalente 'linealidad' en las de la derecha, es buena (todos los coeficientes R^2 son mayores que 0.99).
4. En las pequeñas separaciones del comportamiento exponencial (que de forma más o menos aleatoria aparecen) es bastante probable la influencia de los pequeños cambios, alrededor siempre de 260 V, en el voltaje eficaz de red que alimentaba la bobina durante las distintas mediciones.

Para encontrar el basamento teórico de ese comportamiento exponencial se precisa, evidentemente, el tratamiento matemático de las magnitudes, notadas a través de las funciones f , que de modo multiplicativo aparecen en la fórmula (6) y que, como ya se dijo, incluyen integrales elípticas, a saber:

$$M(z) = \mu 2\pi n \tilde{N} \int_0^{r_b} f_z(\rho', z) \rho' d\rho' \text{ y } f_\rho(r_a, z).$$

En síntesis, se requiere análisis numérico de esas integrales y después aproximaciones adecuadas, no obstante, eso no fue el objeto del presente trabajo, el cual se mantuvo a un nivel puramente experimental.

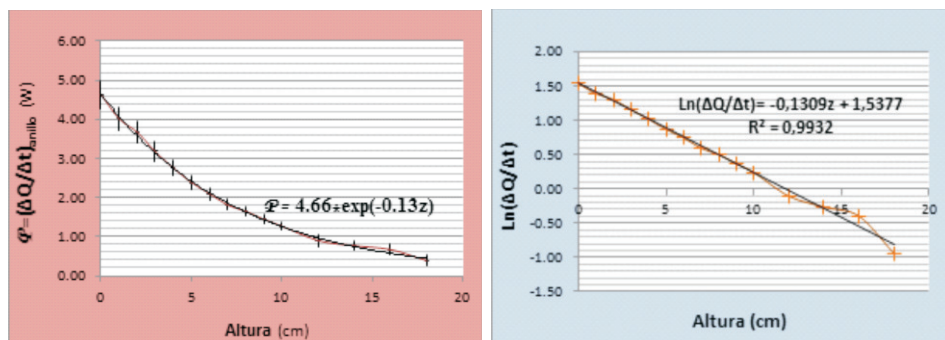
SEGUNDA INFORMACIÓN SOBRE LA CORRIENTE INDUCIDA: POTENCIA CALORÍFICA DISIPADA POR EL ANILLO, SEGÚN SU ALTURA EN EL NÚCLEO

Para tener una información alternativa sobre el comportamiento de la corriente inducida conforme aumenta la altura del anillo en el núcleo, se analizó el efecto resistivo-disipativo de la corriente en el anillo.

Para ello se usó un montaje en el que se dispuso un pequeño calorímetro, construido especialmente para las mediciones, para lo cual debe cumplir con dos requisitos:

1. Que fuera de alto nivel aislante (para contener la fuerte disipación calorífica del núcleo y minimizar el calor que desde el agua fuera expulsado al exterior del calorímetro).
2. Lo suficientemente pequeño para que la cantidad de agua –receptora del calor disipado por el anillo– permitiera un aumento relativamente rápido y notoriamente visible de la temperatura. Los resultados se muestran en la gráfico 2.

Gráfico 2. Potencia calorífica disipada por el anillo a diferentes alturas: gráfica normal (izquierda) y gráfica logarítmica (derecha)



COMBINACIÓN DE RESULTADOS

Si se recogen los distintos resultados, se tiene que:

1. De lo obtenido por la disipación de calor:

- a. Al igualar la expresión para la potencia disipada en corriente alterna con el calor absorbido por el agua:

$$I_a^2 Z = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \Rightarrow I_a \propto \left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)^{1/2} \quad (9)$$

- b. Del resultado experimental anterior (mostrado en la fig.3) se obtiene que la disipación calorífica presenta también un decaimiento exponencial, así que:

$$\left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)^{\frac{1}{2}} \propto \exp(-k_p z) \Rightarrow I_a \propto \exp\left(-\frac{1}{2} k_p z\right) \quad (10)$$

donde: $k_p = 0.131$ (ver la figura 3, izqda)

2. De lo relativo a la fuerza a distintas alturas:

- a. Experimentalmente:

$$F(z) \propto \exp(-k_F z) \quad (11)$$

donde: $k_F = 0.182$, para el anillo A1 (ver la primera de la serie de gráfico 1)

b. Y de la fórmula (4): $F(z, t) = 2\pi\mu r_a n l_b(t) I_a(t) f_p(r_a, z)$

En ella, tanto I_a (a través de f_z , incluida en el coef. de inductancia mutua, M) como f_p son funciones que necesariamente decrecen con la altura z . Asumiendo, debido al resultado experimental un decaimiento exponencial, podríamos escribir:

$$I_a \propto \exp(-k_M z) \quad (12) \quad y \quad f_p \propto \exp(-k_f z) \quad (13)$$

3. Combinando (9), (10), (11), (12) y (13):

a. $F(z) = F(0) \exp(-k_F z) = F(0) \exp\left(-\frac{1}{2} k_p z\right) \exp(-k_f z)$

b. De lo anterior: $k_F = \frac{1}{2} k_p + k_f$

c. En fin, los valores empíricos, relativos a los distintos coeficientes de decaimiento,¹² serán:

$$k_F = 0.182; \quad k_p = 0.131;$$

$$k_f = 0.117 \quad y$$

$$k_{(rel. \text{ a } I_a)} \left(= \frac{1}{2} k_p \right) = 0.065$$

IDEAS PARA OBTENER OTROS RESULTADOS EXPERIMENTALES

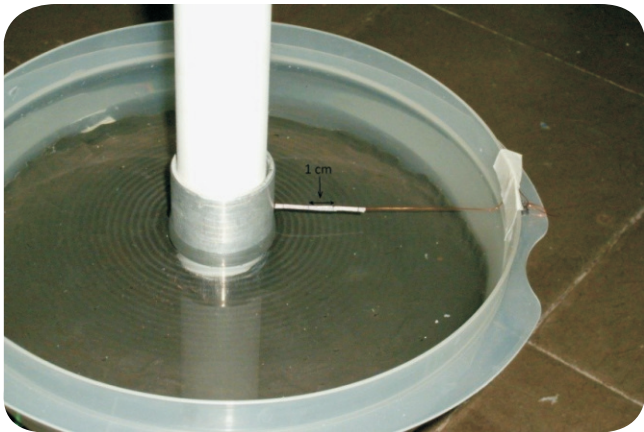
En este trabajo de caracterización de la corriente inducida en el anillo de Thomson, se adjuntan dos pruebas experimentales adicionales, que se presentan como avance para futuros trabajos en el tema.

Para comprobar de un modo sencillo la vibración del anillo, debido a la fuerza de tipo oscilante a que está sometido, se preparó un recipiente de sección circular con agua, en el que se sumergió el anillo.

Se formaron unas ondas estacionarias circulares, casi perfectas (ver imagen 2). El estudio de la tensión superficial a que las mismas están sometidas, permitirá la constatación experimental de la frecuencia de oscilación, esperable en 2ω .

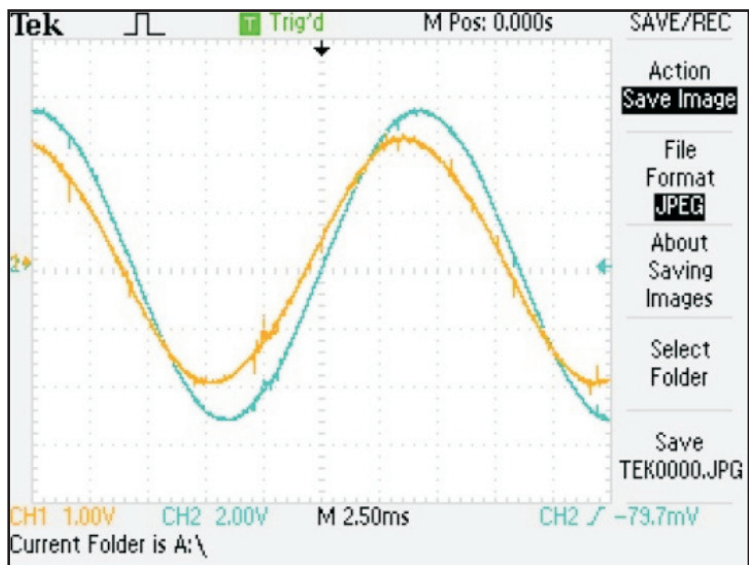
¹² Los valores que se dan para los distintos coeficientes empíricos, k , de decaimiento de las tres cantidades son relativos únicamente al anillo A1, para el cual se tiene la información de potencia disipada por efecto resistivo.

Imagen 2. Recipiente con agua que muestra las ondas estacionarias producida por el anillo vibrante, el sencillo montaje muestra cómo poder medir la longitud de onda.



Finalmente, se incluye un modo sencillo de medir el desfase entre la corriente inducida en el anillo y la corriente de red alimentadora de la bobina: mediante un osciloscopio especializado, con dos de los cuatro canales de que dispone: colocando, para obtener la forma de la señal inducida, una punta del osciloscopio sobre el anillo y la otra en la tierra del mismo (ver gráfico 3).¹³

Gráfico 3. Comportamiento experimental obtenido



CONCLUSIONES

1. Como una primera aportación a los muchos estudios sobre el anillo de Thomson, se ha realizado un análisis de la relación fuerza de repulsión-altura,¹³ mediante un método experimental novedoso, no encontrado, como ya se dijo, en las publicaciones consultadas al respecto. El estudio añade un componente extra de comprobación de la validez del decaimiento exponencial, al haber sido realizado para cuatro anillos de dimensiones diferentes (llamados A1, A2, P1 y P2, cuyas dimensiones se consignaron en la tabla 1), validez que, por otro lado, tiene un fuerte apoyo por la coincidencia experimental que se muestra en la tabla 1.
2. Se considera igualmente importante haber encontrado el esperado decaimiento exponencial de la corriente inducida por dos caminos distintos, señalados en los títulos de las secciones 3 y 4.
3. Queda pendiente para un trabajo posterior el estudio numérico de las llamadas funciones f , que sirva para sustentar teóricamente la causa del decaimiento exponencial de la corriente inducida.¹⁴
4. Desde el punto de vista práctico, este trabajo es un aporte más que apunta a mejorar el conocimiento de las corrientes parásitas; corrientes de alto interés en la investigación y en la industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvaro Esneider, J. R. (2004). Anillo de Thomson. *Revista Colombiana de Física*, (36), 1.
- Bostock-Smith, J. (2008). The jumping ring and Lenz's Law. *Physics Education* 43, (3).
- Franco, A. G. (2009). (Recuperado el 22 de diciembre de 2011). Curso interactivo de Física en internet. Disponible en:
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_elecmagnet/inducccion/anillo/anillo.xhtml
- Hall, J. (Feb. 1997). Forces on the jumping ring. *The Physics Teacher*, 35.
- Paul J. H. Tjossem, E. C. (2011). Optimizing Thomson's jumping ring. *Am. J. Physics* 79(4).
- Velimir Labinac, N. E.-K. (2006). Magnetic field of a cylindrical coil. *American Journal of Physics*, (74), 621.

¹³ Por ejemplo en la ref. 3 se señala el comportamiento experimental que hemos obtenido, si bien sólo se indica que ése comportamiento ha de ser esperable, no se muestra ningún método de comprobación del mismo

¹⁴ Puede encontrarse un trabajo muy interesante a este respecto en Velimir Labinac, Nataša Erceg, and Dubravka Kotnik-Karuzaa), Magnetic field of a cylindrical coil, en *American Journal of Physics*, 2006.

Estudio de las corrientes inducidas en bobina móvil pasando por un electroimán. Análisis de pérdidas por calor de joule

Felipe Garay¹

RESUMEN

La idea de este trabajo nace de la publicación que John N. Fox y Daniel G. Reiber, hicieron en 1972,² cuyo objetivo principal era comparar la pérdida de energía cinética en un sistema de bobina móvil con la pérdida por calor por inducción de corrientes en esa bobina móvil: ambos efectos de pérdida se producen durante el tiempo que la bobina tarda en atravesar la zona magnetizada entre los polos de un potente electroimán.

Para comprobar esos efectos, consecuencia uno del otro, se coloca la bobina sobre un deslizador que descansa en un riel de aire. Este sistema deslizador-bobina se mueve sobre el riel de aire con fricción prácticamente despreciable: para que sea posible la minimización de fricción un compresor envía aire a muy alta presión y levanta ligeramente el sistema deslizador-bobina sobre el riel, de modo que este viaje realmente sobre un muy delgado colchón de aire, sin tocar el riel.

El mencionado artículo muestra que lo que no pudieron hacer entonces Reiber y Fox (por no contar en aquel entonces, a diferencia de nosotros, con un equipo ultrasensible de cuatro fotoceldas, un osciloscopio Tektronik de última generación y el software Mathematica 7.0), sí se pudo hacer ahora, al disponerse de esas herramientas, las cuales son clave para todo ello en el sustancial descenso del error. La reducción del error de un 13 % (artículo mencionado) a 2 % (el presente trabajo), permite estudiar posteriormente este mismo fenómeno, sustituyendo la bobina por una placa metálica para así analizar corrientes parásitas en la placa, corrientes similares a las inducidas en el caso de la bobina. El producto de esta investigación puede ser muy relevante a nivel industrial.

Palabras clave: *levitación del anillo, inducción de corriente, electromagnetismo,*

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Física. Correo electrónico: felipe.jose.garay@gmail.com.

² Fox, John N and Reiber, Daniel G. *Magnetic Induction and the Linear Track*, Pennsylvania.

disipación por el efecto de Joule.

ABSTRACT

The idea of this work derives from the publication that John N. Fox and Daniel G. Reiber, made in 1972 [1], whose main objective was to compare the loss of kinetic energy in a coil system with heat loss by the induced currents in the coil: both loss effects happened the time which the coil pass between the magnetized zone between the poles of a powerful electromagnet.

To check these effects consequence one from each other, the coil is placed on a slider cart resting on an air track. This slider cart-coil system moves air over the air track with negligible friction: for minimizing possible friction compressor sends air at very high pressure and slightly lifts the slider-coil system on the track, so that it travels on a very thin air bed, without touching the track.

The body of this article shows that what they could not Reiber and Fox do (for not having four photocells ultrasensitive equipment, a new generation oscilloscope, *Tektronik*, and *Mathematica 7.0* software, in difference of our group) it could does now, providing us these tools, it was key of all in a substantial decrease of the error. The error reduction by 13% (before article) to 2% (our work) allowed us to study the same phenomenon subsequently replacing the coil with a metal plate to analyze eddy currents in the plate, similar to those induced currents in the coil. This future work may be very important for the Industry.

Key words: *moving coil, induced current, electromagnet, dissipative joule losses.*

INTRODUCCIÓN

El fenómeno que se estudia consiste en la inducción de corriente en una bobina. La Ley de Faraday justifica la inducción sobre cualquier circuito en el que el flujo magnético varíe con el tiempo. En nuestro caso, de las tres “opciones” de variación posible: campo magnético, área y ángulo, se trata de la segunda: el área que es atravesada por el campo magnético generado por el electroimán, varía a lo largo del recorrido que la bobina rectangular ejecuta en su entrada, permanencia y salida de la zona entre armaduras.

Esa pequeña corriente (registrada por un osciloscopio) absorbe la energía que

necesita para ser producida, a expensas de la energía cinética de la bobina. Mientras que aquella se disipa en calor por efecto Joule, la disminución de ésta provoca un frenado en el movimiento de la bobina.

El trabajo realizado permite ver la equivalencia entre la pérdida calorífica versus la de energía cinética.

MARCO TEÓRICO

Imagen 1. Sistema bobina móvil pasando a través del electroimán en un riel de aire



En una sección a lo largo del riel se instala el electroimán de tal forma que la bobina, colocada sobre el deslizador y arrollada en un soporte de madera, pueda atravesar la zona entre los polos del electroimán. El campo magnético que atraviesa la bobina produce un efecto de frenado³ debido a la pérdida de energía invertida en inducir las corrientes en la bobina; esto, como ya se sabe (algo básico en la teoría de la

³ Ver: González y Hernández, Alejandro y Mora, César. (2010). Freno magnético. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UMAM.

inducción electromagnética),⁴ ocurre primordialmente en el momento de entrada a la zona entre polos y en el momento de salida de esa zona.

Desde el punto de vista del fenómeno de inducción electromagnética, también es importante tener en cuenta la configuración no uniforme del campo magnético del electroimán (ver anexo) y que la bobina, que se mueve por traslación a través del electroimán, atraviesa toda la zona de campo no nulo.

La ecuación teórica que fundamenta el trabajo no es más que la ley de conservación de la energía, adaptada a nuestro sistema de bobina móvil, atravesando un campo magnético. Se trata de energía disipada en calor por la resistencia eléctrica de la bobina = pérdida de energía cinética de la propia bobina.

Esa pérdida de energía cinética que experimenta el sistema deslizador-bobina se debe, pues, esencialmente a la disipación resistiva de la bobina.⁵ Entonces, en este experimento se realizaron dos análisis:

1. Un análisis de la f.e.m.⁶ inducida (V_{ind}) en la bobina (cuya energía asociada, como ya se ha dicho, se convierte en calor por disipación resistiva).⁷
2. Un análisis cinemático del sistema: que consiste en estudiar y medir la reducción de velocidad en las zonas en que la velocidad del sistema deslizador-bobina deja de ser constante, es decir, donde la acción del campo magnético es observable.

Con relación al primer análisis, el paquete de ecuaciones necesarias se describe a continuación. La potencia ($P = \frac{dW}{dt}$) consumida por el sistema se debe a la disipación calorífica de la bobina, por efecto Joule, o sea:

$$P_{disipada} = \frac{V_{ind}^2}{R_{eq}} \quad (1)$$

como: $P_{disipada} = \frac{dW_{disipado}}{dt}$ y $V_{ind}(t)$ es variable con el tiempo, (1)

se debe reescribir como: $\frac{dW_{disipado}}{dt} = \frac{V_{ind}(t)^2}{R}$

⁴ Ver Ref. 4c, pp. 332 a 340.

⁵ Pérdidas de energía por calor debidas a la resistencia eléctrica de la bobina móvil.

⁶ Fuerza electromotriz inducida (voltaje inducido en la bobina debido a la variación del flujo magnético).

⁷ Se usó para ello un osciloscopio de última generación, Tektronix TDS2000, con precisión de micro voltios.

De lo que finalmente se obtiene, al integrar: $W_{disipado} = \frac{1}{R} \int_{t_0}^t V_{ind}^2 dt$ (2)

Donde R representa la resistencia de la bobina móvil.

Con respecto a la parte teórica relativa al segundo análisis, se puede observar que el teorema trabajo-energía cinética establece que el trabajo realizado sobre un sistema en movimiento acelerado es igual al cambio en la energía cinética de dicho sistema:

$$W_{disipado} = -\Delta K \quad (3)$$

Donde:

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \quad (4)$$

Como:

$$v_1 = v_{entrada} = \frac{L}{\Delta t_1} \quad y$$

$$v_2 = v_{salida} = \frac{L}{\Delta t_2}$$

La ecuación (4) se reescribe:

$$\Delta K = \frac{1}{2} m L^2 \left(\frac{1}{(\Delta t_2)^2} - \frac{1}{(\Delta t_1)^2} \right) \quad (5)$$

Finalmente, combinando (2), (3) y (5):

$$\boxed{\frac{1}{R} \int_{t_0}^t V_{ind}^2 dt = -\frac{1}{2} m L^2 \left(\frac{1}{(\Delta t_2)^2} - \frac{1}{(\Delta t_1)^2} \right)}$$

Esta última expresión (6) representa la conservación de energía aludida al principio y muestra el objetivo principal del trabajo: la comparación, ya aludida, del análisis cinemático con el de inducción magnética y el subsiguiente efecto, las pérdidas por calor producidas por efecto Joule sobre la pequeña resistencia de la bobina.

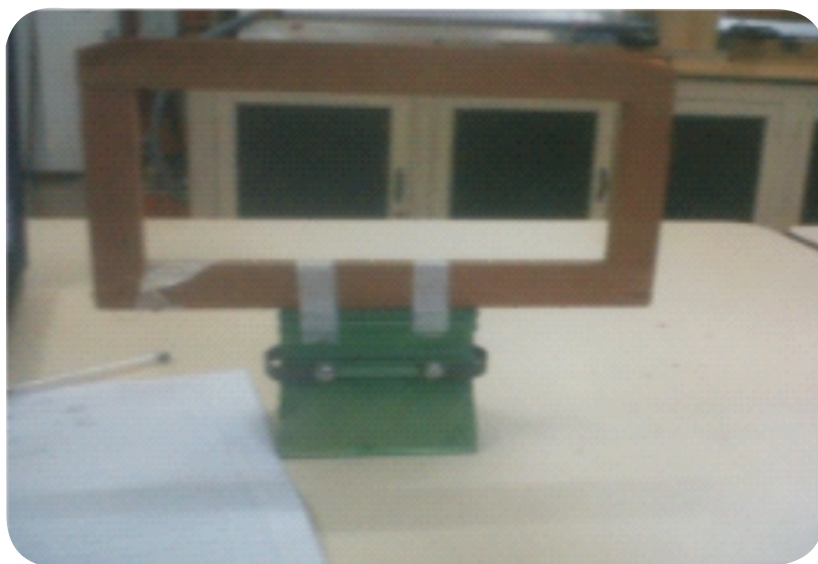
DETALLES DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Para el estudio cinemático se utilizaron un par de fotoceldas que detectan tiempo

con precisión de décimas de milisegundo. Mediante el registro de ese tiempo (con la precisión dicha) se pudo conocer la velocidad de la bobina antes de entrar y después de salir de entre los polos del electroimán.

Se midió, como es lógico, la masa del sistema combinado (deslizador-bobina) con una balanza de buena y suficiente precisión. Se calculó así la pérdida de energía cinética entre los puntos donde el campo magnético es efectivo. Recuérdese que la pérdida por fricción es despreciable (el sistema se mueve con fricción casi nula por la acción del compresor en el riel que al levantar el deslizador lo mueve sobre un colchón de aire).

Imagen 2. Bobina rectangular de madera con 200 vueltas de cable magnético #18



Las gráficas de variaciones de voltaje inducido en el tiempo, incluyendo toda la información correspondiente a esas variaciones, quedó almacenada en la memoria con que está dotado el osciloscopio. Luego se trasladaron a la computadora para ser procesadas y analizadas con el software *Mathematica 7.0*, con el fin de obtener un modelo matemático que se adaptara a los datos encontrados y con el cual se pudiera manejar el error y mejorar sensiblemente el nivel de exactitud.

Se midió también la longitud L de la bobina y la diferencia en el tiempo, registrada por cada fotocelda cuando la bobina pasa a través de una y otra; esto permitió calcular las velocidades antes y después de que la bobina atravesara los

polos del electroimán al cruzar toda aquella zona de campo efectivo, como ya se explicó anteriormente. Fuera de esa zona, el sistema deslizador-bobina se mueve con movimiento rectilíneo de velocidad constante.

ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar los cálculos sobre las series de datos encontrados durante el proceso de medición en la bobina móvil, es necesario establecer un modelo matemático adecuado (ha de tratarse obligatoriamente de un modelo no lineal) para la función de voltaje inducido).⁸ En tal sentido, Mathematica 7.0 fue de gran utilidad (para el tiempo de Reiber y Fox apenas comenzaba el uso de computadoras, además, en aquella época eran bastante rudimentarias).

Con relación a la función de voltaje inducido, obtenida con el osciloscopio (ver gráfico 1), parecería que en principio se podría expresar mediante la suma de dos funciones de Gauss; una con coeficiente positivo y otra con coeficiente negativo. Ahora bien, las señales reales recibidas en el osciloscopio son demasiado estrechas: las curvas de voltaje inducido a la entrada y a la salida de entre los polos del electroimán se acercan más bien a pulsos. Entonces, la función gaussiana pura no cumple con las condiciones para modelar adecuadamente el fenómeno, por ello se utilizaron funciones tipo “delta de Dirac aproximada”, estas son gaussianas 'estrechadas' por un factor multiplicativo; asimismo, esas funciones se definieron con cierto desfase temporal, pues los pulsos correspondientes no se encuentran centrados en $t = 0$.

En fin, la función de Dirac aproximada que empleada fue:

$$\delta(t - c) \approx \pm \frac{a}{h^2} e^{-\frac{(t-c)^2}{2h^2}} \quad (7)$$

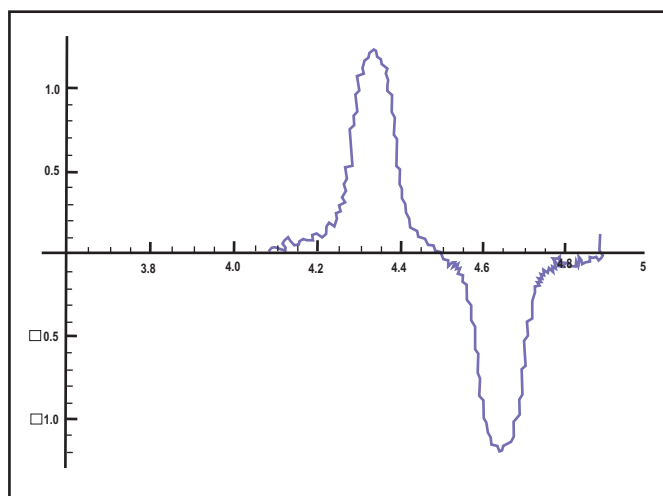
Registrada la señal de voltaje en el osciloscopio, mediante *Mathematica 7.0*,¹⁰ se hizo el tratamiento de datos que permitió modelar la función adecuada.

⁸ De toda la data de la Tabla 1 (verla anexo), se tomó en el artículo la serie de la primera fila.

⁹ Ver: Arfken, George B. y Weber, Hans J. *Mathematical Methods for Physicists*.

¹⁰ Mathematica 7.0: software computacional avanzado de análisis de datos, reconocido y usado en las mejores universidades del mundo.

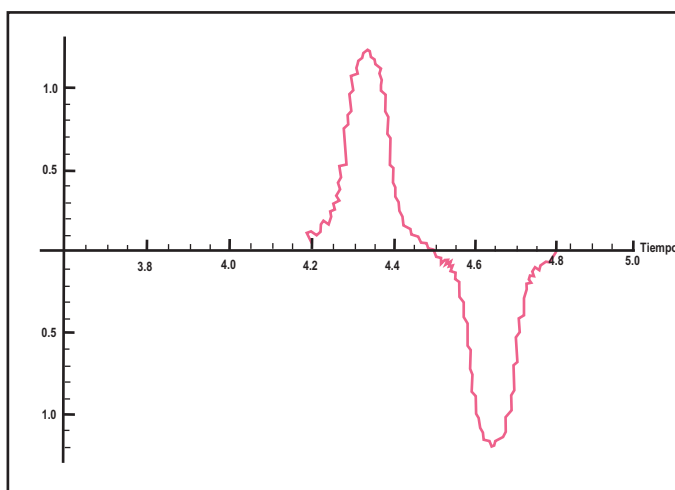
Gráfico 1. Gráfica de los datos obtenidos de voltaje en función del tiempo¹¹



La función de voltaje construida mediante el referido ajuste (ver gráfico 2) es:

$$V(t) = 1.26 \left[e^{-223.6(-4.3+t)^2} - e^{-229.3(-4.6+t)^2} \right] \quad (8)$$

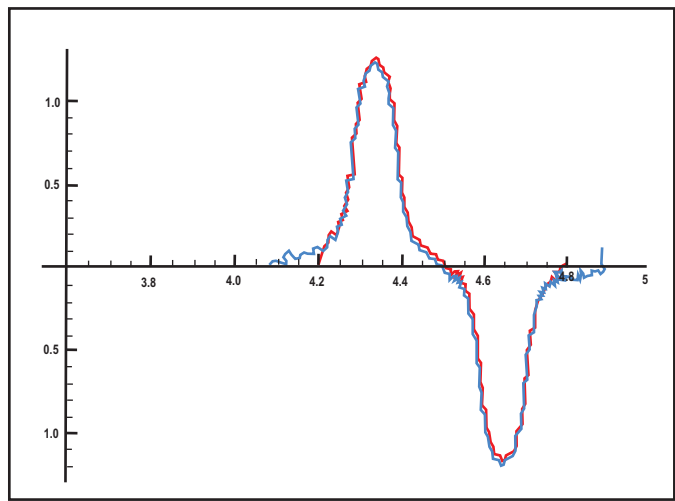
Gráfico 2. Función de voltaje inducido (V) vs. tiempo (ms), obtenida mediante ajuste no lineal.



¹¹ Las funciones de voltaje inducido que aparecen en las figuras 3, 4, 5 y 6 se refieren solo a la serie de datos de la primera fila de la tabla 1.

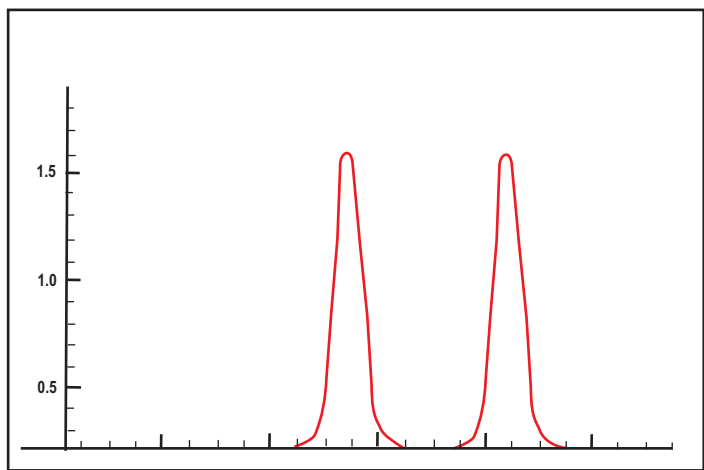
Puede observarse a continuación (gráfico 3) que la función construida mediante el ajuste no lineal se acopla muy bien a los datos de función real de voltaje obtenida.

Gráfico 3. Superposición de los datos obtenidos (azul) y la función 'construida' mediante regresión no lineal (rojo).



Para estimar las pérdidas por calor, se necesita $V_{ing}(t)^2$ (ver ec. (1): Ha de “elevarse al cuadrado” la función de (8), graficada en la gráfica 3. El resultado gráfico se ofrece en la gráfica 4.

Gráfico 4. Gráfica de la función voltaje cuadrado (Voltios²) vs. tiempo (ms)



Sustituyendo en la ecuación (1), la función del modelo no lineal, dada en la ec. (8) y el valor de la resistencia, medido con un ohmímetro $R_{eq} = 77.4 \Omega$ se obtiene (ver tabla 1, primera fila):

$$Q = 0.003365 J = 3.365 mJ^{12}$$

El cambio en la energía cinética, siempre para el caso de los datos de la primera fila de la Tabla 1 se obtiene sustituyéndolos en la ecuación (5), lo cual comporta:

$$\Delta K = -0.003282 J = -3.282 mJ$$

Tabla 1. Resultados obtenidos en distintos experimentos realizados para diferentes velocidades de entrada con la misma bobina móvil

Análisis cinemático					Análisis eléctrico	Comparación
Tiempo de entrada (s)	Tiempo de salida (s)	Velocidad entrada (m/s)	Velocidad salida (m/s)	Cambio en la energía cinética (mJ)	Calor de Joule (mJ)	Porcentaje de precisión de la experiencia
0,4424	0,4507	0,6781	0,6656	3,2820	3,365	2,38
0,3586	0,3619	0,8366	0,829	2,5160	2,481	1,41
0,3146	0,3188	0,9536	0,941	4,6650	4,850	3,81
0,2886	0,3107	1,0395	0,9656	28,957	30,637	5,48
0,2063	0,2156	1,4542	1,3915	34,869	33,84	3,04

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se puede fácilmente calcular, a partir de los resultados recién reseñados arriba e incluidos en la tabla 1, la diferencia ΔK vs Q es de apenas 0.08 mJ que porcentualmente equivale a 2.38 %.

Respecto a la primera experiencia de este tipo realizada por John N. Fox y Daniel G. Reiber,¹³ se mejoró sustancialmente el nivel de error (en el caso de ellos era cerca del 15 %); esto por el proceso de cálculo (ajuste exponencial -no lineal-, fácil de realizar ahora mediante Mathematica 7.0) y la toma de datos de los tiempos inicial y final (debido al uso de fotoceldas que miden en el orden de ms). Para asegurar aún

¹² Ver tabla 1, primera fila

¹³ Fox, John N and Reiber, Daniel G. (1972). *Magnetic Induction and the Linear Track*. Pennsylvania.

más la fiabilidad en la toma de datos y facilitar el análisis de los pulsos de voltaje de entrada y salida del entrehierro del electroimán, se mapeó el campo magnético producido por aquel (ver anexo).

Incidentalmente, dado que era necesario para el presente trabajo haber mapeado el campo magnético del electroimán utilizado, supone un resultado útil para trabajos conexos, pues muestra la configuración del campo magnético de electroimanes con polos redondos.

CONCLUSIONES

De un lado los resultados en sí mejoran experiencias anteriores de otros grupos debido a la altamente significativa reducción del error. De otro lado, el trabajo realizado con este tipo de equipo y la herramienta matemática del caso, es de gran importancia ulterior, pues ayuda a mejorar el estudio y manejo de las corrientes parásitas en placas metálicas.

Con la investigación realizada, apoyada en los resultados obtenidos, se espera modelar las trayectorias y el comportamiento de dichas corrientes parásitas de manera más precisa y válida que la habitual; las trayectorias que se presentan en la bibliografía y artículos especializados, consultados en este artículo, son cerradas –como es preceptivo en la teoría electromagnética–, pero la suposición de que sean más o menos elípticas no está demostrada. Experimentalmente podrían, en realidad, tratarse de curvas, aunque cerradas, mucho más complicadas.

Conocer las trayectorias reales de las corrientes parásitas es importante en general para mejorar aparatos, de uso bastante común, como los que se describen a continuación (todos ellos se fundamentan en la acción de las corrientes parásitas):

- a. Sistemas de detección de metales (usados por agencias de seguridad), los que podrían mejorar su eficiencia en los sistemas de detección convencionales.
- b. Hornos de inducción: el aumento en la capacidad de funcionamiento se debe esencialmente a la producción de calor debida a la disipación resistiva de corrientes parásitas.
- c. Mecanismo estabilizador de balanzas mecánicas de precisión que utilizan corrientes parásitas para amortiguar las oscilaciones cuando se miden masas muy pequeñas.
- d. Transformadores y motores eléctricos: en ellos es de suma relevancia la reducción del calor disipado debido a las corrientes parásitas generadas en los núcleos.

BIBLIOGRAFÍA

Arfken, George B y Weber, Hans J. *Mathematical Methods for Physicists*.

Fox, John N. and Reiber, Daniel G. (1972). *Magnetic Induction and the Linear Track*. Pennsylvania.

González y Hernández, Alejandro y Mora, César. (2010). *Freno magnético*. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UMAM.

Wangsness, Roald K. (2001). *Campos electromagnéticos*. México: Editorial Limusa

ANEXOS

Campo magnético creado por el electroimán, mapeado con un teslámetro de 0.1 mt de precisión

Gráfico 5. Campo magnético del electroimán visto en dos dimensiones (eje vertical. Campo magnético en mT, eje horizontal: distancia en mm). El origen corresponde al punto central entre polos del electroimán.

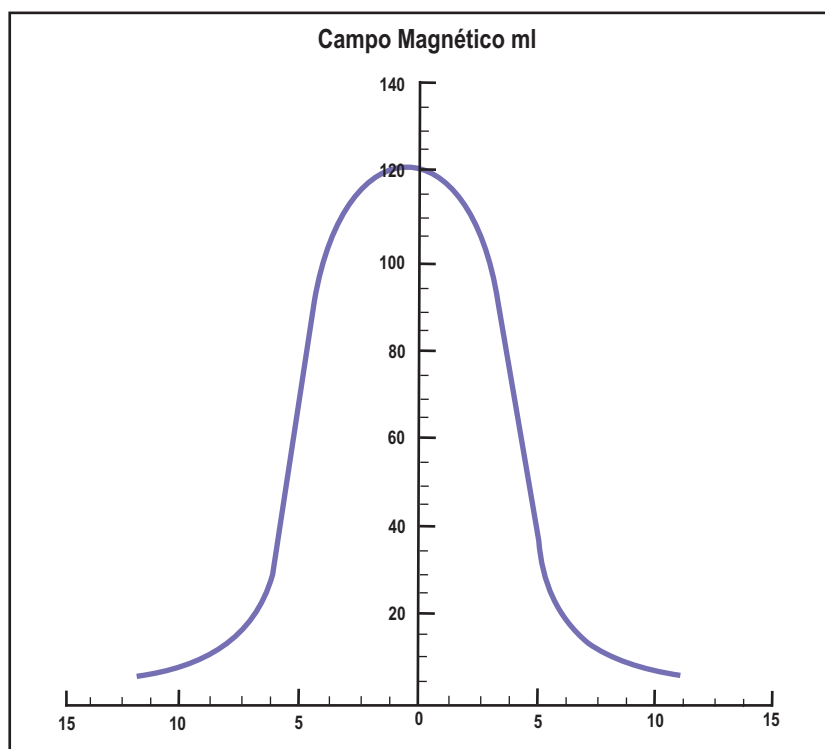
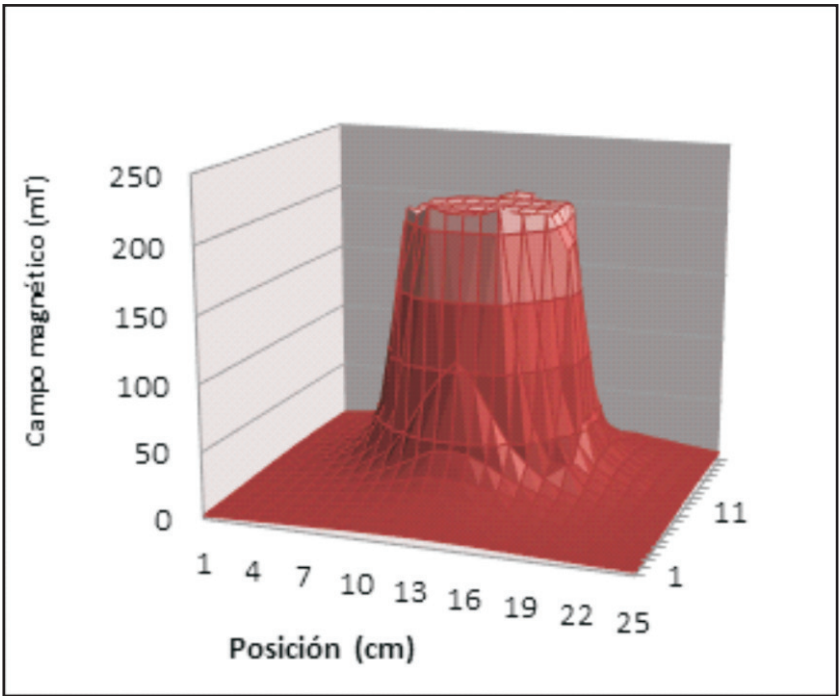
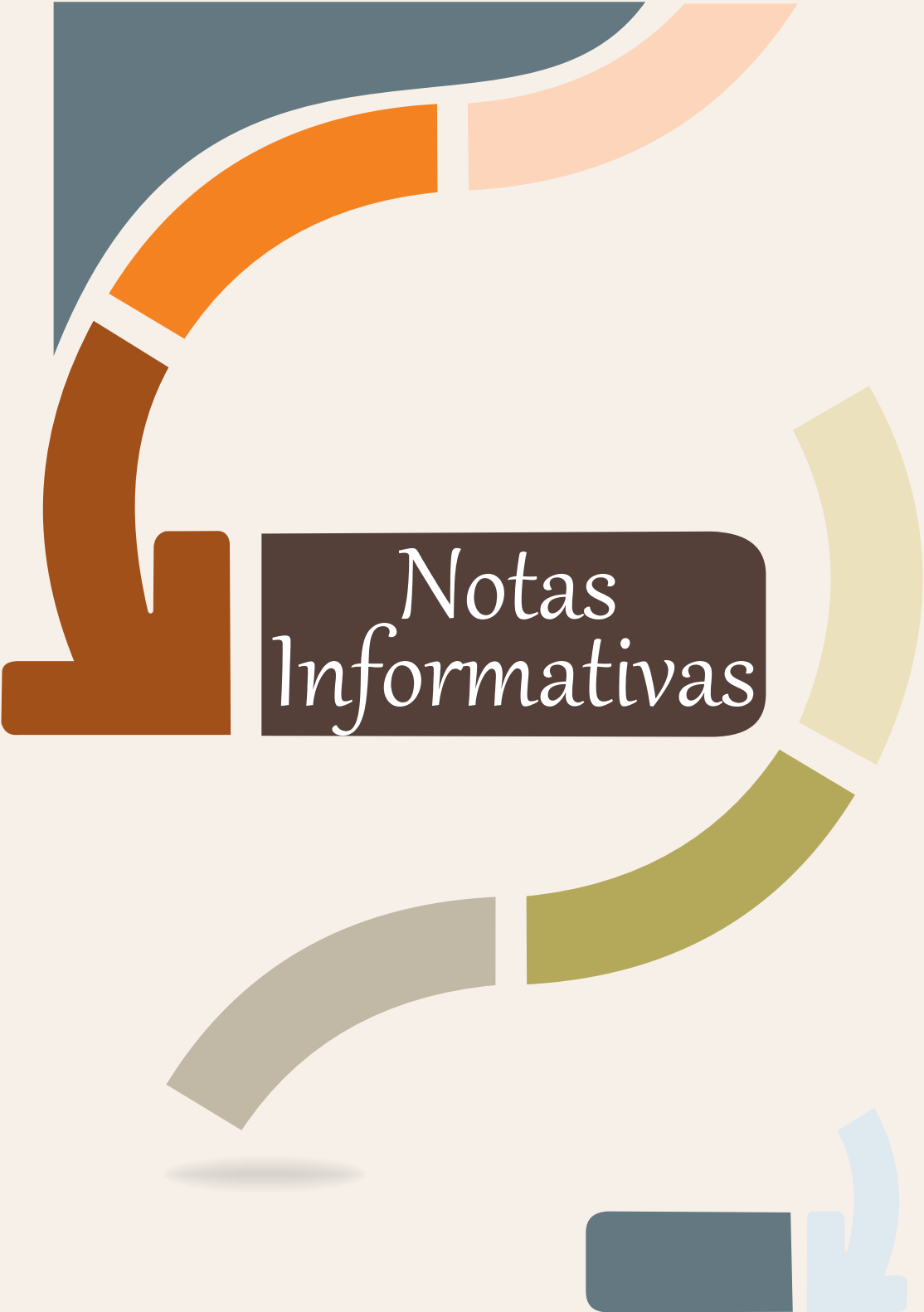


Gráfico 6. Campo magnético del electroimán visto en tres dimensiones





Notas Informativas

CRITERIOS PARA LA PUBLICACI3N EN LA REVISTA CIENCIA Y TECNOLOGA

A. SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

La estructura del artículo tendr3 la siguiente distribuci3n:

1. *La p3gina del t3tulo*: es la primera y debe contener los siguientes elementos:

a. El t3tulo:

- 1) Debe escribirse con letra inicial may3scula.
- 2) Debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector el contenido esencial del art3culo. No debe sobrecargarse con informaci3n innecesaria.
- 3) Debe ser corto (no exceder de 15 palabras).

b. Los autores:

- 1) El nombre completo de cada uno de los autores debe estar acompa1ados de su grado acad3mico m3s alto, instituci3n a la que pertenece y cargo que ocupa.
- 2) El nombre del departamento e instituci3n o instituciones a las que se debe atribuir el trabajo.
- 3) Direcci3n electr3nica, tel3fono o extensi3n (si es de la UNAH) y la direcci3n del autor responsable de la correspondencia.
- 4) El nombre y direcci3n del autor al que pueden solicitarse comentarios, dudas o avisos sobre el art3culo.

2. *Resumen y palabras clave* (en espa1ol e ingl3s): es la segunda p3gina y contiene los siguientes elementos:

- a. Incluir3 un resumen del contenido del art3culo (entre las 150 y 250 palabras).
- b. En 3l se indicar3n los objetivos del estudio, los procedimientos b3sicos (la selecci3n de los sujetos de estudio o de los animales de laboratorio, los m3todos de observaci3n y anal3ticos), los resultados m3s destacados (mediante la presentaci3n de datos concretos y, de ser posible, de su significaci3n estadística) y las principales conclusiones. Se har3 hincapi3 en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten m3s novedosas o de mayor importancia.
- c. Despu3s del resumen, los autores deber3n identificar las palabras clave del art3culo (de 3 a 10), las cuales sirven para facilitar el indizado del art3culo y se publicar3n junto con el resumen (en espa1ol e ingl3s).
- d. En el caso del resumen en ingl3s, este se denominar3 ABSTRACT, deber3 ser una traducci3n comprensiva y fiel del resumen en espa1ol; lo mismo aplica con la palabras clave (keywords). Se espera que su redacci3n observe las normas ortogr3ficas correctas de la lengua inglesa.

3. *Introducción*: la finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en el que se realiza la investigación, por eso se deben mencionar claramente los siguientes aspectos:
 - a. El propósito o finalidad del artículo: es importante que quede claro cuál es la utilidad del producto de la investigación (para qué sirve, a quién le sirve, dónde se puede usar, etc.).
 - b. Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.
 - c. En esta sección del artículo NO se incluirán datos o conclusiones del trabajo.
 - d. Los autores deben aclarar qué partes del artículo representan contribuciones propias y cuáles corresponden a aportes de otros investigadores.
 - e. Este segmento se puede aprovechar para enunciar los retos que conllevó la realización de la investigación y para explicar brevemente cómo los superaron; pero esto debe ser estrictamente técnico y en ningún caso hacer referencia a dificultades personales o financieras.
4. *El contenido o cuerpo del artículo*: esta es la parte más importante del artículo, de manera que debe estar escrito con claridad y coherencia, cuidando que se mantenga en todo momento el hilo conductor del discurso, que en este caso será el objetivo de la investigación plasmada en el escrito. Aunque cada investigación tiene sus particularidades en cuanto las planteamiento de sus ideas, se sugiere seguir la siguiente estructura del contenido:
 - a. Método: en términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual logramos obtener conocimiento o información producto de una investigación. Es decir, que el método dice lo que se está estudiando y el tema u objeto de estudio. En términos prácticos, es la manera de buscar solución a un problema. Puede organizarse en las siguientes áreas.
 - 1) Diseño: aquí se describe el diseño del experimento (aleatorio, controlado, casos y controles, ensayo clínico, prospectivo, etc.). Se indicará con claridad cómo y por qué se realizó el estudio de una manera determinada. Se ha de especificar cuidadosamente el significado de los términos utilizados y detallar de forma exacta cómo se recogieron los datos (por ejemplo, qué expresiones se incluyen en la encuesta, si se trata de un cuestionario autoadministrado o la recogida se realizó por otras personas, etc.). Cuando se trate de artículos de revisión, se ha de incluir una sección en la que se describirán los métodos utilizados para localizar, seleccionar, recoger y sintetizar los datos. Estos métodos se describirán también en el resumen del artículo.
 - 2) Población sobre la que se ha hecho el estudio: describe el marco de la muestra y cómo se ha hecho su selección. Describa con claridad cómo fueron seleccionados los sujetos sometidos a observación o participantes en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, también los controles). Indique la edad, sexo y otras características destacadas de los sujetos. Dado que en las investigaciones la relevancia del empleo de datos con la edad, sexo o raza puede resultar ambiguo, cuando se incluyan en un estudio debería justificarse su utilización.

- 3) Entorno: indica dónde se ha hecho el estudio (escuela, comunidades, hospitales, campos agrícolas, etc.). Procure caracterizar el lugar o ubicación escogida.
- 4) Intervenciones: se describen las técnicas, tratamientos (siempre utilizar nombres genéricos), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc. Describa los métodos, aparataje (facilite el nombre del fabricante y su dirección entre paréntesis) y procedimientos empleados con el suficiente grado de detalle para que otros investigadores puedan reproducirlos resultados. Se ofrecerán referencias de los métodos acreditados, entre ellos los estadísticos; se darán referencias y breves descripciones de los métodos, aunque se hallen duplicados o no sean ampliamente conocidos; se describirán los métodos nuevos o sometidos o modificaciones sustanciales, razonando su utilización y evaluando sus limitaciones. Identifique con precisión todos los fármacos y sustancias químicas utilizadas, incluya los nombres genéricos, dosis y vías de administración. En los ensayos clínicos aleatorios se aportará información sobre los principales elementos del estudio, entre ellos el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y razonamiento del análisis estadístico), la asignación de las intervenciones (métodos de distribución aleatoria, de ocultamiento en la asignación a los grupos de tratamiento) y el método de enmascaramiento.
- 5) Análisis estadístico: señala los métodos estadísticos utilizados y cómo se han analizados los datos. En este aspecto tenga en cuenta lo siguiente:
 - Describa los métodos estadísticos con el suficiente detalle para permitir que un lector versado en el tema, con acceso a los datos originales, pueda verificar los resultados publicados.
 - En la medida de lo posible, cuantifique los hallazgos y presente los mismos con los indicadores apropiados de error o de incertidumbre de la medición (como los intervalos de confianza).
 - Se evitará la dependencia exclusiva de las pruebas estadísticas de verificación de hipótesis, tal como el uso de los valores P, que no aportan ninguna información cuantitativa importante.
 - Analice los criterios de inclusión de los sujetos experimentales. Proporcione detalles sobre los procesos que se ha seguido en la distribución aleatoria.
 - Describa los métodos de enmascaramiento utilizados. Haga constar las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones realizadas. Indique las pérdidas de sujetos de observación (como los abandonos en un ensayo clínico).
 - Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y métodos estadísticos deben ser de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas).
 - Especifique cualquier programa de ordenador, de uso común, que se haya empleado.
 - En la sección de resultados resuma los datos, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos.
 - Se restringirá el número de tablas y figuras al mínimo necesario para explicar el

tema objeto del trabajo y evaluar los datos en los que se apoya.

- Use gráficos como alternativa a las tablas extensas.

- 6) *Ética*: cuando se trate de estudios experimentales en seres humanos, indique qué normas éticas se siguieron. No emplee, sobre todo en las ilustraciones, el nombre, las iniciales o número de historia clínica de los pacientes. Cuando se realicen experimentos con animales, se indicará la normativa utilizada sobre cuidados y usos de animales de laboratorio.
5. *Resultados*: presente los resultados en prosa, auxiliándose de tablas y gráficos, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas o ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones más importantes. Recuerde que las tablas y gráficos deben tener una numeración correlativa y SIEMPRE deben estar referidos en el texto.

Los resultados deben ser enunciados claros, concretos y comprensibles para el lector; y por supuesto, se deben desprender del proceso investigativo enmarcado en el artículo.

6. *Discusión*: haga hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados de introducción y resultados. Explique en este apartado el significado de los resultados, las limitaciones del estudio, así como sus implicaciones en futuras investigaciones. Si es posible se compararán las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.
7. *Conclusiones*: son proposiciones o ideas producto o resultado de la investigación realizada, de modo que se deben relacionar con los objetivos del estudio. Evite afirmaciones poco fundamentadas o subjetivas y conclusiones insuficientemente avaladas por los datos. En particular, los autores deben abstenerse de realizar afirmaciones sobre costos o beneficios económicos, salvo que en su artículo se incluyan datos y análisis económicos. En este apartado podrán incluirse recomendaciones cuando sea oportuno.
8. *Agradecimientos*: este debe ser un apartado muy breve, en donde se agradece a las personas que han colaborado con la investigación, pero que no cumplan los criterios de autoría. Por ejemplo, se puede dar gracias a los que colaboraron con la ayuda técnica recibida, en la escritura del artículo o en general el apoyo prestado por el jefe del departamento. También se incluirá en los agradecimientos el apoyo financiero y los medios materiales recibidos. Los agradecimientos a Dios y a los familiares pertenecen al ámbito privado, por eso NO tienen cabida en este apartado.
9. *Bibliografía*: este apartado se construye de acuerdo a las normas internacionales APA. En tal sentido, es necesario diferenciar entre referencias y bibliografía. Así, las referencias incluyen todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente para la preparación del artículo; en cambio, la bibliografía se refiere a las fuentes que sirven para que el lector profundice en el tema. En conclusión, en este artículo solo se incluirán las referencias. Recuerde que todo autor citado en el transcurso del artículo

debe estar correctamente citado en las referencias.

A continuación se presentan los lineamientos principales para elaborar las referencias:

- a. Organice las referencias según el orden alfabético, aquí deben aparecer todos los autores citados en el artículo.
- b. Evite citar resúmenes o referencias de originales no publicadas.
- c. Tampoco cite una comunicación personal, salvo cuando en la misma se facilite información esencial que no se halla disponible en fuentes públicamente accesibles; en estos casos se incluirán, entre paréntesis en el texto, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación.
- d. En los artículos científicos, los autores que citen una comunicación personal deberán obtener la autorización por escrito.
- e. La referencias bibliográficas generalmente se conforman de la siguiente manera:

- 1) Libros: apellidos, nombre. (año). *Título*. Ciudad: Editorial.

Ejemplo:

Barahona, Marvin. (2009). *Pueblos indígenas, Estado y memoria colectiva en Honduras*. Tegucigalpa: Editorial Guaymuras.

- 2) Libros de referencia electrónica: apellidos, nombre. (año). *Título*. Recuperado de <http://www.xxxxxxxxxx.xxx>

Ejemplo:

Pérez Lasala, José Luis y Medina, Graciela. (1992). *Acciones judiciales en el derecho sucesorio*. Recuperado de: <http://biblio.juridicas.unam.mx>

- 3) Libros electrónicos con digital object identifier (DOI): apellidos, nombre. (año). *Título*. Doi:

Ejemplo:

Montero, M. y Sonn, C. (2009). *Psychology of Liberation: Theory and applications*. Doi: 10.1007/978-0-387-85784-8

- 4) Capítulo de un libro: apellidos, nombre. (año). Título del capítulo. En apellidos, nombre. *Título del libro* (páginas). Ciudad: Editorial.

Ejemplo:

Lagos, Sonia y Torres, Corina. (1990). Información botánica de 50 plantas. En Paul, House. *Manual popular de 50 plantas medicinales de Honduras* (27-52). Tegucigalpa: Editorial Guaymuras.

- 5) Artículo de una revista o publicación periódica: apellidos, nombre. (fecha). Título del artículo. *Título de la publicación*, volumen, (número), páginas.

Ejemplo:

López Guzmán, Clara. (1 de febrero de 2013). Los contenidos educativos en los contextos digitales, *Revista Digital Universitaria*, 14 (2), 2-3.

- 6) Tesis: apellidos, nombre. (año). *Título*. (tesis de xxxx). Nombre de la institución, ciudad.

Ejemplo:

Salazar Muñoz, Yen de Jesús. *Conocimientos del personal de enfermería sobre las medidas de bioseguridad en las técnicas de administración de medicamentos*. (Tesis de licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- 7) Para otro de tipo de referencias a las aquí señaladas, se sugiere consultar las normas APA; en internet hay muchas páginas disponibles sobre este tema.

B. RECOMENDACIONES GENERALES PARA PRESENTAR EL ARTÍCULO

1. Todo el artículo debe presentarse a doble espacio, con letra Arial Narrow, tamaño 12.
2. Inicie cada sección o componente del artículo después de donde terminó el anterior.
3. El peso porcentual de sus componentes serán los siguientes:
 - a. Introducción 5-10 %
 - b. Métodos y técnicas 5-10 %
 - c. Análisis o desarrollo del tema 70 % (dividirlo en tres o cuatro capítulos)
 - d. Conclusiones 5-10 %
 - e. Bibliografía 5 %
4. La extensión total del artículo tendrá un máximo de 17 páginas, a doble espacio.
5. Las ilustraciones deben enviarse en formato digital, con la mayor resolución posible y en un formato jpg.
6. Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de ilustraciones que puedan identificar a personas o para imágenes que tengan derechos de autor. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
7. Todo el artículo se imprimirá en papel blanco (tamaño carta), con márgenes de 2 cm a cada lado (superior, inferior, derecho e izquierdo). El papel se imprimirá en una sola cara.
8. Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por el título. El número de página se ubicará en el ángulo inferior derecho de cada página.

9. En la copia en soporte electrónico (en CD, memoria o correo electrónico) se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - a. Cerciorarse de que se ha incluido la misma versión del artículo impreso.
 - b. Incluir en el CD, memoria o correo electrónico, solamente última la versión del manuscrito.
 - c. Especificar claramente el nombre del archivo.
 - d. Etiquetar el CD, memoria o el correo electrónico correctamente.
 - e. Facilitar la información sobre el software y hardware utilizado, si procede.
10. Sobre las figuras, ilustraciones, tablas y gráficos:
 - a. Se enumeran correlativamente desde la primera a la última. Asígneles un breve título a cada uno, pero no dentro de estos.
 - b. En cada columna figurará un breve encabezamiento.
 - c. Las explicaciones o información adicional se pondrán en notas a pie de página, no en la cabecera de la tabla o gráfico. En estas notas se especificarán las abreviaturas no usuales empleadas en cada tabla o gráfico, para hacerlo se usarán como llamadas los números en voladita.
 - d. Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar, el error estándar de la media. Asegúrese de que cada tabla o gráfico se halle citado en el texto, recuerde que sin esa referencia su presencia en el artículo no tiene validez.
 - e. El formato, letras, números y símbolos usados en las figuras, ilustraciones, tablas y gráficos, serán claros y uniformes en todos los que aparezcan en el artículo.
 - f. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en las leyendas de las ilustraciones y no en las misma ilustraciones.
 - g. Si se emplean fotografías de personas, estas no deben ser identificables; de lo contrario, se deberá anexar el permiso por escrito para poder utilizarlas. Las figuras se numerarán consecutivamente según su primera mención el texto.
 - h. Todas las figuras, fotografías e ilustraciones debe tener un pie de imagen que las identifique.
 - i. Las unidades de medida de longitud, talla, peso, volumen y todas las demás, se deben expresar en unidades métricas (metro, kilogramo, litro) o sus múltiplos decimales. Las temperaturas se facilitarán en grados Celsius y las presiones arteriales en milímetrosde mercurio. Todos los valores de parámetros hematológicos y bioquímicos se presentarán en unidades del sistema métrico decimal. En resumen, para todos estos elementos se debe tomar como referencia el Sistema Internacional de Unidades.
 - j. En las siglas, abreviaturas y símbolos, use únicamente las normalizadas. Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura o sigla, esta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.
 - k. En el caso de gráficos. En el caso de cuadros y tablas elaboradas en Excel, deberá remitir el archivo correspondiente en formato de Excel.
11. Conserve una copia de todo el material enviado.
12. Es importante destacar que los artículos que aparecen en estas revistas deben tener un

soporte científico respaldado por citas dentro del texto, las cuales se usan de la siguiente manera:

- a. Cuando dentro del texto solo se cita al autor, se escribe entre paréntesis el año de publicación de su obra. Ejemplo:

En el Hospital Escuela, Palma y Tábora (2006) encontraron que las cepas aisladas de *S. aureus* eran en su mayoría de exudados en pacientes hospitalizados y no demostraron resistencia a la vancomicina.

- b. Cuando en el texto no se cita al autor, se escribe entre paréntesis el apellido del autor y el año de publicación de su obra. Ejemplo:

Una energía alternativa o más precisamente una fuente de energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante o fundamentalmente por su posibilidad de renovación (Quiñones Cabello, 2006).

- c. Si la obra tiene más de dos autores, se citan la primera vez con todos los apellidos; pero en las subsiguientes, solo se escribe el apellido del primer autor, seguido de la frase *et al.*
- d. Si la obra tiene más de seis autores, se escribe el apellido del primer autor y se usa la frase *et al.* desde la primera vez.
- e. No se debe olvidar que todo autor citado dentro del texto, debe aparecer en las referencias con todos sus datos bibliográficos



UNAH

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y POSGRADO



Edificio CISE
(Centro de Información y Servicios Estudiantiles)
Tercer piso
Tels: (504) 2231-0678 / 2232-4907
PBX: (504) 2232-2110, exts. 151 / 245

Sitio web: www.unah.edu.hn