

Ciencia y Tecnología



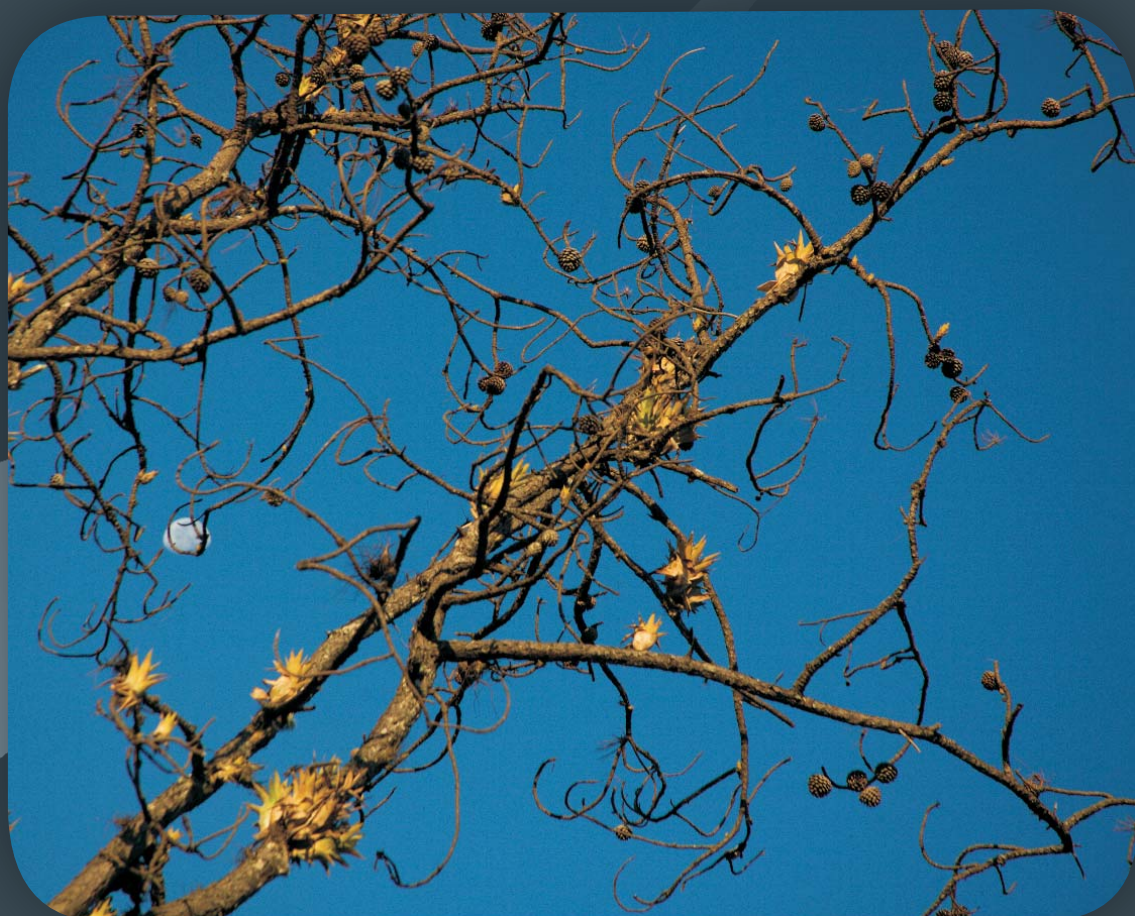
UNAH

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y POSGRADO

Publicación Bianual de la Dirección de Investigación Científica
de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Número 14, junio 2014

ISSN: 1995 - 9613



La investigación científica en medicina

Ciencia y Tecnología

Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Dirección de Investigación Científica y Posgrado

Número 14, junio 2014
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, tercera planta

Tel: (504) 2231-0678 / 2232-4907 o Ext. 151 / 245

<http://investigacionyposgrado.unah.edu.hn>

Fotografía de Portada: Onan José Gutiérrez

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.

Tema Central

Integrando esfuerzos para la investigación científica universitaria Lelany Pineda	3
--	---

Diálogo Abierto

Entrevista a Elsa Palou, Cecilia Varela, Jackeline Alger, Cristina Rodríguez La investigación científica en Medicina	11
---	----

Diversidad Temática

Análisis de la sequía en la subcuenca del río Bonito mediante el índice de precipitación estandarizado Carlos Manuel Veroy Reyes, Raúl Orlando Valerio Martínez, Carmen Leticia Crespo, Gilda Elena Aguilar	25
--	----

Ubicación de sitios arqueológicos a través de nuevas tecnologías de la información geográfica, valle de Otoro Vito Veliz, César Rodríguez, Cristina Argueta	42
--	----

Comparación de tres metodologías para la captación de sulfitos en camarones tratados con metabisulfito de sodio Edgar Osiris Carranza Espinal	62
--	----

Revisión y validación de la evapotranspiración potencial (EPT) media anual y media mensual en Honduras obtenida por métodos ambientales de percepción remota Lenín Henríquez Dole, Anahí J. Miner Vega	77
---	----

Literatura de viajes para la Honduras decimonónica: Visiones, invenciones e intervenciones. Representaciones, alteridad y contexto colonialista en exploraciones y aventuras en Honduras Miguel Barahona	99
---	----

Ecoepidemiología de la leishmaniasis cutánea no ulcerada en Honduras Wilfredo Sosa Ochoa, Xochitl Morales Cortedano, Silvia Arguello, Concepción Zúniga, Jéssica Henríquez, Rosa Mejía, Ángel Mejía, Gabriela Araujo, Carmen Sandoval, Doris Quan	115
--	-----

Inventario y cartografía de focos de calor de Honduras, período 2000-2011, a partir de imágenes satelitales MODIS José Jorge Escobar Figueroa, Nicolás Bladimir Castro Lagos	129
---	-----

Sistema de ejercicio físico y sugerencia nutricional para los juegos organizados de los educandos de la UNAH-TEC-Danlí Raúl Orlando Figueroa Soriano	146
---	-----

Notas Informativas

Criterios para la publicación en la revista Ciencia y Tecnología	163
--	-----



Integrando esfuerzos para la investigación científica universitaria

Lelany Pineda García¹

Una de las funciones fundamentales de las universidades es propiciar la creación de nuevos conocimientos a través de la investigación científica, tecnológica, humanística y social. Esta función se ha convertido en el centro de la evaluación de las universidades en muchos países del mundo.

La Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) ha promovido intensamente, a partir de la IV reforma, los espacios para generar nuevas formas de investigación que aún no habían sido explotadas del todo ya que es menester de las reformas educativas incentivar, difundir y extender la investigación y sus tipos, formas y ámbitos que no han sido tratados. Por ello, la investigación necesita de nuevas formas de apropiación de la realidad, de observar y dimensionar el entorno, pues este es el punto de partida de la investigación; problematizar para poder crear y transformar.

En este sentido, las escuelas de salud tienen nuevas oportunidades para emprender transformaciones en su concepción educativa, en los currículos y la pedagogía con respecto a los escenarios de formación clínica en la provisión de servicios de salud, en proyectos comunitarios y en investigación.

La Facultad de Ciencias Médicas de la UNAH, comprometida con la promoción del conocimiento científico universal y la gestión de políticas públicas en salud, ha identificado la necesidad de crear una unidad académica que se focalice en temas y problemas del área de la salud, a través de la experiencia académica superior que por afinidad le corresponde. Es así que se propone la creación del Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud (IICS) como un centro académico encargado de la investigación científica, desarrollo e innovación científica-tecnológica vinculada a la docencia especializada.

El propósito de la creación del IICS es impulsar la investigación de excelencia en Ciencias de la Salud y Biomedicina, con una atención particular de la investigación *traslacional*, término novedoso que tiene como propósito acelerar el paso de los hallazgos científicos realizados por la investigación básica hacia su aplicación clínica. En otras palabras, significa trasladar los conocimientos logrados en el

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Médicas, Coordinadora del Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud (IICS). Correo electrónico: lelanypineda@unah.edu.hn; lelanypineda@yahoo.com

laboratorio hacia una aproximación terapéutica o de prevención de enfermedades, favoreciendo el conocimiento aplicado y colaborando en el desarrollo de enseñanzas de nuevas metodologías en el área de pre y posgrado.

Los procesos experimentados en los últimos años, la tecnología y los conocimientos que se han venido produciendo en el ámbito de la investigación biomédica, están permitiendo sustituir el viejo concepto de enfermedad, por el más moderno y estimulante que es de salud preventiva. El IICS pretende, entonces, ser exponente de estos cambios y consolidar las propuestas científicas de la biomedicina afrontando el reto de avanzar en la calidad de vida de los ciudadanos, a través de una iniciativa institucional encaminada a convertir a las ciencias de la salud en referente internacional de la docencia e investigación sanitaria.

En el IICS se estimulará la investigación y la formación de recursos humanos en aspectos básicos y preclínicos. Asimismo, se llevarán a cabo programas de trabajo a partir de proyectos de investigación con financiación externa e interna, conectando la investigación fundamental con la investigación aplicada. Además, se priorizará la producción de tesis de licenciatura, maestría y de doctorado en las distintas líneas de investigación.

Un elemento importante de la misión del IICS es vincular acciones con la comunidad en donde se encuentra inmerso. Por ello, se realizarán proyectos de investigación en asociación con el Hospital Escuela Universitario (HEU), en el marco del traspaso administrativo del Gobierno de la República a la UNAH, cuyas nuevas autoridades han renovado el viejo concepto de los hospitales como instituciones que proveen atención a pacientes con el fin de recuperar la salud, por un concepto de avanzada que se han apropiado en su propia misión, la cual es: “Ser una institución pública de servicios especializados de salud integral, oportuna y de alta calidad, siendo además una institución que contribuye al desarrollo científico de la salud y a la formación de recursos humanos a través de un proceso que incorpora las nuevas tendencias de atención en salud con una administración eficiente y transparente”.

Este paso cualitativo institucional del HEU y los procesos de vinculación universidad-sociedad permiten brindar nuevos enfoques y puentes de asociación, en donde la actividad clínica y la academia avancen en un sistema de buenas relaciones funcionales. Mucho del trabajo de los profesores de Medicina e investigadores no puede darse sin una actividad clínica y los gerentes de salud reconocen que los estándares de atención no progresan sin la investigación académica y la experimentación de las escuelas médicas.

Particularmente, el HEU ofrece un conjunto de escenarios y ambientes académicos que permiten una diversidad apreciable de actividades docentes, por ejemplo, clases presenciales, trabajo en grupos, campos de práctica clínica, rondas clínicas, manejo y seguimiento de pacientes, laboratorios y unidades de apoyo diagnóstico, administración hospitalaria; sumado a ello que se puedan proponer iniciativas que permitan identificar tensiones y compatibilidades entre las normas y guías nacionales e institucionales de atención clínica y los procesos formativos en el marco del modelo académico con el propósito de buscar el perfeccionamiento.

En este orden de ideas, tanto el IICS como el HEU formularán las políticas de investigación con lineamientos sobre las condiciones materiales para la investigación, el desarrollo y consolidación de los grupos de investigación en pregrado y posgrado, comunicación, publicaciones y divulgación, utilización del conocimiento, seguimiento y evaluación. Destaca también la promoción del HEU como un escenario privilegiado para avanzar en la investigación básica, clínica, de salud pública y ciencias sociales de forma integrada.

El IICS tiene dentro de su propuesta tres líneas prioritarias de investigación completamente compatibles con los procesos llevados a cabo en el HEU:

1. Enfermedades crónicas no transmisibles y estilos de vida
 - a. Líneas de investigación: enfermedades metabólicas y disfunción endotelial, neurociencia/neurología, oncología
2. Enfermedades transmisibles y promoción de la salud
 - a. Línea de investigación: enfermedades infecciosas
3. Salud mental y violencia
 - a. Línea de investigación: psiquiatría
 - b. Brecha de tratamiento de salud mental

Asimismo, se propone un eje transversal que incluye la innovación clínica en apoyo a la vigilancia de la salud. Además, se cuenta con las primeras infraestructuras de los laboratorios de investigación en el área del banco genético y laboratorio de histocompatibilidad. Por supuesto, estas líneas de investigación son susceptibles de ampliarse a otros escenarios de acuerdo a las propuestas de investigación.

Como se ha planteado, el HEU se inscribe plenamente en las políticas de desarrollo académico de la UNAH en general y son de especial interés las líneas de desarrollo académico para el proceso de formación de los estudiantes. De estas líneas pueden destacarse los principios (excelencia académica, formación integral, formación investigativa, interdisciplinariedad y flexibilidad), las prácticas académicas especiales, las líneas de profundización y la articulación entre niveles de formación; destacándose los enfoques, grupos interdisciplinarios, la calidad y excelencia académica.

Es previsible que esta articulación académica-asistencial-investigación pueda obtener un impacto en términos de calidad y excelencia académica a través de:

1. La conformación de centros de excelencia.
2. El aporte a los ejes centrales de cada uno de los programas de pregrado y posgrado, en términos curriculares y pedagógicos, por medio de la determinación precisa de las competencias clínicas, profesionales e investigativas y el trabajo académico en equipos interdisciplinarios, en el manejo de los pacientes, los servicios de salud, la salud familiar y comunitaria.
3. La investigación y desarrollo pedagógico.
4. La investigación clínica, expandiendo sus dominios a una biomedicina que implique salud pública, la salud de las familias y las comunidades.
5. La investigación para el desarrollo tecnológico del sector salud y las respectivas políticas nacionales como referente.
6. Los procesos de traducción y mediación del conocimiento para incidir en las políticas de salud, con énfasis en el aseguramiento, tarifas de servicios, paquetes de servicios y prestadores de servicios, entre otros aspectos.
7. La confección de guías y protocolos de atención institucional, servicios de prevención y promoción de la salud.

El fin de todo este esfuerzo institucional es fortalecer y crear una masa crítica apropiada de investigadores biomédicos (básicos y clínicos) que puedan desarrollar el IICS y apoyar fuertemente al HEU, logrando la colaboración para impulsar la investigación en el país.

Como punto final, se establece que la tecnología por sí sola no contribuirá al avance de las grandes preguntas de la investigación biomédica, el éxito depende de realizar las preguntas con sentido biológico y médico y estas preguntas surgirán de la colaboración estrecha entre investigadores básicos y clínicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabo Salvador, Javier. (2010) Investigación traslacional. *Gestión sanitaria integral: pública y privada*. Disponible en: <http://www.gestion-sanitaria.com>
- Hesselbart Marquez, Carlos. (2009). Futuro de la medicina traslacional en cáncer. *Cancerología*, 47, 8.
- OPS-OMS. (1992). La garantía de calidad. Acreditación de hospitales para América Latina y el Caribe. Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas locales de salud. *HSD/SILOS*, 13.
- Porter, Michael. (2006). *Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results*. Estados Unidos: Harvard Business School Publishing.
- Sounding Board. (November 1997). The social missions of academic health centers. *The New England Journal of Medicine*, 337(21), 1550-1153.
- Weiner, Bryan J.; Culbertson, Richard; Jones, Robert F. and Dickler, Robert. (February 2001). Organizational Models for Medical School–Clinical Enterprise Relationships. *Academic Medicine*, (76)2, 113-124.



La investigación científica en medicina

Elsa Palou (EP),¹ Cecilia E. Varela (CV),²
Jackeline Alger (JA),³ Cristina Rodríguez (CR)⁴

1. CT/ ¿Qué papel juega la investigación científica dentro de las actividades académicas desarrolladas en los posgrados de Medicina? ¿Tiene un papel central? ¿De qué forma?

EP/ Tan central es que si no hacen investigación no se gradúan. Ahora que tengan los estudiantes todo lo que necesitan para hacer investigación, eso es otra cuestión. La situación es que ellos no cuentan con todos los implementos que necesitan para investigar. Para empezar, no disponen de tiempo suficiente para investigar. Luego, no tenemos suficiente recurso humano que los capacite en cómo investigar: no hay suficientes asesores metodológicos y asesores de investigación. Para que ustedes tengan una idea, los cuatros posgrados más grandes: Medicina Interna, Cirugía, Pediatría y Gineco-obstetricia, entre ellos hay cerca de 214 estudiantes y solo 4 docentes contratados para investigación. ¿Pueden 4 personas conducir 214 trabajos de investigación? La respuesta es obvia. Lo que se hace es que con la colaboración de personal que conoce de investigación, como los profesores que están en la Unidad de Investigación Científica en la Facultad de Ciencias Médicas (FCM), también la Dra. Varela que es la

¹ Médica internista infectóloga, expresidenta del Colegio Médico de Honduras, exministra de Salud, Premio Internacional de Administración en Salud OPS 2010, miembro del Consejo Técnico Asesor en VIH/SIDA de la OPS, exfundadora y jefe del Servicio de Infectología y Centro de Atención Integral a Pacientes con VIH/SIDA del Instituto Nacional Cardiopulmonar. Actualmente es la coordinadora general de Posgrados FCM/ UNAH, directora de Docencia e Investigación HEU y coordinadora de la Junta Directiva del HEU.

² Médica especialista en Medicina Interna, especialista en Neumología; egresada de la Policlínica Universitaria de Homburg/Saarland, Alemania; egresada del doctorado en Ciencias Sociales con orientación a la Gestión del Desarrollo, UNAH. Desde 2002, es profesora titular III de los posgrados de la FCM/UNAH. Desde el 2011 es la coordinadora de Investigación en los posgrados de la FCM/UNAH y directora de la *Revista Médica de los Posgrados* de la FCM.

³ Médica parasitóloga del Servicio de Parasitología del Departamento de Laboratorio Clínico, HEU. Profesora titular III a medio tiempo de la Unidad de Investigación Científica, FCM/UNAH, desde 2008. Es profesora asociada adjunta al Departamento de Medicina Tropical de la Universidad de Tulane, New Orleans, desde 1997; miembro del consejo editorial de la *Revista Médica Hondureña*, desde 1998 y de la *Revista Médica de los Posgrados* en 2012.

⁴ Médica con maestría en Salud Pública y diplomada en Gestión de Hospitales. Tiene 28 años de experiencia en hospitales y en salud pública; diplomado en Epidemiología de Campo y Gestión de Programas de Enfermedades Crónicas no Transmisibles. Actualmente es jefe de Unidad de Planeamiento y Evaluación de la Gestión del HEU y miembro del equipo de conducción y gerencia del HEU.

coordinadora de los posgrados que por voluntad propia, no porque estén siendo contratados para eso, sino que por voluntad propia colaboran con los posgrados como asesores metodológicos. De la sesión que vengo, en la cual estaba la jefa del Departamento de Salud Pública, se acaba de dar un listado de 6 personas del Departamento de Salud Pública que van a colaborarnos también como asesores metodológicos.

2. CT/ ¿Cuáles son los avances que existen en materia de investigación científica en los posgrados de Medicina?

EP/ El año pasado, en el Congreso de los Posgrados, tuvimos 71 egresados que presentaron sus trabajos de investigación; el año anterior, en el 2012, 65 egresados presentaron sus trabajos de investigación. Además, estamos tratando de hacer trabajos intersectoriales y multidisciplinarios que puedan tener mayor impacto en las decisiones políticas en salud.

CV/ Desde 1986, los egresados del posgrado en Medicina tienen que presentar, como bien decía la Dra. Palou, un trabajo para poder graduarse. ¿Qué es lo que se ha hecho? Pues yo creo que desde la Universidad, sus políticas han destacado el tema de investigación, se han creado documentos que son las políticas de investigación. La Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y la FCM, tienen sus documentos de políticas de investigación. Se está trabajando con la Unidad de Investigación Científica en establecer prioridades de investigación con algunos departamentos y especialidades. Todavía no tenemos todo, porque una de las limitantes es cómo ajustar el tiempo de los profesores y estudiantes para el tema de investigación. La mayor actividad es la asistencia, la otra parte del tiempo se da en la academia, la docencia, en dar y preparar clases; y la última, es la parte de la investigación, aunque el tema es central porque sin investigación no se gradúan. El tiempo que tienen ellos para realizarla es limitado. En el plan de mejoras de los posgrados se encuentra el tema de investigación, estamos interesados en que se capacite a los docentes. Otro componente en el plan de mejoras, es el tema de la priorización de las investigaciones; además de la temática de la comunicación de los resultados de las investigaciones y, por último, la bioética. Entonces hemos tenido avances, pero tenemos que organizarnos como unidad, que es lo que está previsto en el reglamento de los posgrados. Está previsto como tal, pero no nos hemos organizado porque hace falta espacio, personas, tecnología, hace falta bastante. Otro avance que se ha dado es el poder trabajar posgrado con el grado en temáticas a nivel nacional, se ha desarrollado un tipo de

comunicación, facilitada por la Unidad de Investigación Científica, entre residentes y los médicos en servicio social, para orientarles, mientras realizan la investigación, en el diagnóstico y tratamiento de ciertas enfermedades prevalentes, creo que ese es uno de los avances más importantes y que creo que hay que fortalecerlo.

3. CT/ ¿Qué vinculación existe entre la investigación científica y los problemas de salud más frecuentes en la población hondureña?

JA/ En este caso, la vinculación de la investigación y los problemas del país la hemos hecho en una aproximación sistemática a través de un proceso de priorización de la investigación. La FCM tiene priorizadas sus líneas de investigación, también algunos de los departamentos y unidades académicas. Los departamentos y los posgrados más importantes han realizado su proceso de priorización. Entonces, cuando priorizamos, delimitamos lo más importante asignándole un peso a través de criterios, los cuales incluyen aspectos como morbilidad, mortalidad, capacidad de respuesta institucional, entre otros. También se incluyen criterios como dónde vamos a tener más impacto en la población o en los cambios que haya que hacer a nivel institucional. Así, nosotros hemos abordado esta vinculación de manera sistemática y a través de este proceso de priorización.

EP/ Para mí, otro avance importante son los trabajos de grupo que han podido realizarse de forma que pueden observarse diversos aspectos de un mismo problema. Por ejemplo, los trabajos que se han hecho en discapacidad marcan pauta y nosotros tenemos una planificación para estudiar problemas reales de salud en Honduras; para el caso, mortalidad perinatal y realizar investigaciones desde el punto de vista del obstetra, del pediatra, del salubrista, de forma que las conclusiones de esos estudios nos permitan tomar decisiones de salud importantes en el hospital y en el país.

4. CT/ ¿De qué manera se articula la atención médica con la investigación científica en salud? ¿Qué ventajas existen? ¿Cómo se pretende aprovechar el Hospital Escuela Universitario para fines de investigación científica?

CR/ Entendemos a la investigación científica en salud como un eje transversal en la atención médica. Y se visualiza dentro del plan estratégico institucional y sus objetivos estratégicos para fortalecer esa integración asistencial docente-investigación. Las ventajas son en doble vía, contribuyendo los

productos de investigaciones científicas con propuestas de mejoras y la calidad de atención a los pacientes en las áreas de curación, rehabilitación, control y en la prevención de la problemática de salud. En este sentido, se pretende aprovechar al Hospital Escuela Universitario (HEU) como un terreno fértil para fortalecer estos procesos de provisión de servicios de salud, a través de las líneas prioritarias de investigación que se han definido acorde a la problemática en salud que está definida en el plan estratégico.



Elsa Palou

5. CT/ En la actualidad, ¿cuáles son las principales investigaciones que se están realizando en el posgrado en el cual usted se encuentra?

CV/ Se están realizando investigaciones en los temas, por ejemplo, de tuberculosis, VIH y dengue; también el tema de hipertensión arterial y diabetes, los cuales son temas priorizados por la Secretaría de Salud, es decir que actualmente se les está dando mucha importancia. Además del tema de enfermedades crónicas no transmisibles, y otros como la violencia, lesiones de causa externa, cáncer, por mencionar algunos.

EP/ El trabajo que tuvo el primer lugar el año pasado fue un trabajo sobre cáncer cérvico-uterino. Creemos que los temas prioritarios de los trabajos que se presentan cada año en la FCM están priorizados tanto por la Secretaría de Salud como por la UNAH, tratamos que los trabajos de investigación estén enmarcados en las líneas de investigación de la Facultad y estos, a su vez, con la UNAH. Las líneas de investigación priorizadas de la Facultad de Ciencias Médicas incluyen: 1) Morbi-mortalidad materna infantil, 2) Enfermedades crónicas no transmisibles y estilos de vida, 3) Enfermedades transmisibles y promoción de la salud, 4) Salud mental y violencia, 5) Ambiente, nutrición y salud, 6) Derecho a la salud y los servicios de salud y 7) Gestión académica en la Facultad de Ciencias Médicas. Creemos que estamos enmarcados con las líneas priorizadas por la Universidad como institución, las líneas de la FCM en los principales problemas de salud que tiene el país. Si usted revisa una de las revistas de los posgrados donde están los trabajos de investigación de los residentes, podrá observar que están investigando las patologías prevalentes y más importantes del país.

6. Desde su punto de vista, ¿cuáles son los principales desafíos que existen actualmente en la investigación científica en el área de salud en el país?

CV/ Yo creo que falta una normativa general a nivel nacional, aunque se ha trabajado con la Organización Panamericana de la Salud en la creación del sistema nacional de investigación en salud y una reglamentación a nivel nacional sobre el tema; por ejemplo, la investigación en sujetos humanos. Actualmente, hay muchas compañías que quieren probar una vacuna y medicamentos y que se hacen a nivel privado, pero en realidad no hay una regulación a nivel nacional en investigación en salud.

EP/ No tenemos suficientes comités de bioética. Solo tenemos el de la Unidad de Investigación Científica que tiene que ver con todos los trabajos de investigación que se hacen en el país. Para el caso, la Secretaría de Salud no tiene un comité de bioética. El Hospital ha tenido un comité, pero la función ha sido un poco errática, necesitamos ponerlo a funcionar de una forma más constante. Dependemos básicamente del Comité de Bioética de la Unidad de Investigación Científica. Además, las verdaderas dificultades que tienen los estudiantes son no disponer de tiempo, porque el horario de los posgrados de Medicina son de 16 a 18 horas diarias de trabajo y la mayoría de los posgrados que hacen guardia son de 40 a 42 horas cada tercer día y eso sin sábados, sin domingos, sin feriados. Entonces, no hay suficiente tiempo, no hay suficientes profesores que los asesoren y lo que ellos

aprenden de investigación en el grado es deficiente. Ellos llevan clases de investigación en salud pública, también tienen clase de Epi Info en salud pública, pero son fragmentadas, no se les da continuidad en los posgrados superiores. Cuando el muchacho llega a los posgrados la verdad es que tiene debilidades en metodología de investigación y el manejo del Epi Info y no tiene el tiempo para ponerse a investigar. Sin embargo, si no investiga no se gradúa. Esta situación les da entender la realidad de la investigación en los posgrados.

JA/ En relación al tema de un sistema nacional de investigación para la salud. Desde mi punto de vista, ese sería un principal desafío en el país, que es conformar ese sistema nacional. En este sistema, por supuesto, la Secretaría de Salud tendría un papel preponderante como regulador. Pero también intervienen otros actores y ahí está la UNAH, Secretaría de Finanzas y Secretaría de Educación, para nombrar algunas. En el sistema intervienen múltiples actores, pero lo principal es contar con un marco regulatorio legal, con financiamiento competitivo, que debería estar muy regulado, en donde con unas reglas y bases transparentes diferentes grupos a nivel nacional puedan participar y competir por fondos nacionales, eso debería estar enmarcado en una prioridad de investigación a nivel nacional. La UNAH tiene prioridades a nivel de investigación, la Secretaría de Salud tiene prioridades a nivel de atención, pero la Secretaría de Salud no ha hecho el ejercicio de identificar prioridades de investigación, estas deben responder a las necesidades de la población y las necesidades institucionales, pero eso sí, se necesita voluntad y un proceso sistemático.

CV/ Sin embargo, esas agencias e instituciones internacionales de cuidado de la salud como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud, le están dando mucho énfasis a la investigación y, sobre todo, a lo que es investigación operativa. Ellos necesitan datos de la realidad nacional para poder revisar las estrategias, las políticas y las estrategias de salud precisamente para los países.

EP/ Si concluimos en lo que es más práctico, estamos viviendo un problema por la falta de digitadores en la Facultad de Ciencias Médicas, la falta de un centro de cómputo que permita en horarios de fin de semana y horarios nocturnos que los estudiantes de Medicina, que trabajan todo el día, puedan ir a digitar sus trabajos de investigación. Y eso hace que el muchacho se tenga que ir y pagar compañías de digitación que son externas. Entonces, creemos que son cosas bien concretas que facilitarían

mucho la producción académica y la producción de lo que se está trabajando en investigación en salud.

7. CT/ Desde su experiencia en el posgrado, ¿qué papel juega el docente para incentivar la investigación científica en sus alumnos de posgrado? ¿Qué importancia asigna usted a que el docente de posgrado sea un investigador con amplia experiencia?

EP/ El estudiante tiene que tener una enseñanza en la investigación en forma transversal durante todo su posgrado. Lo cierto es que los estudiantes, antes de entrar a los posgrados, reciben de la Unidad de Investigación Científica un curso de metodología de la investigación científica que es puntual, pero nosotros creemos que lo ideal sería que el estudiante pudiera tener una clase de metodología de la investigación todas las semanas; sin embargo, no hay suficientes docentes capacitados en el tema como para poder hacer eso. Son 19 posgrados clínicos, 4 de Enfermería, 1 de Salud Pública y 1 de Epidemiología. Son un total de 25 posgrados y en la Unidad de Investigación Científica hay 7 docentes. Obviamente, no son suficientes como para poder implementar una enseñanza transversal de la metodología de la investigación.

CV/ Uno de los avances ha sido nombrar coordinadores de investigación en la mayoría de los posgrados. Lastimosamente, el tema de capacitación de docentes con alta experiencia o alguna experiencia en metodología de investigación en realidad es difícil de encontrar aquí, igualmente para los que se contratan como médicos asistenciales del Hospital Escuela.

EP/ Precisamente, sobre lo que dice la Dra. Varela, tener un coordinador de investigación es lo que se trata de hacer con los posgrados, pero no en todos los posgrados tenemos coordinadores de investigación. Por ejemplo, en el pos-grado de Pediatría tenemos 1 coordinador de investigación y 65 residentes. En Gineco-obstetricia hay 1 coordinador para 56 residentes, en Medicina Interna hay 1 coordinador de investigación para 48 residentes. Entonces, yo veo que en otros posgrados hay un coordinador de investigación para 3, 4 o 7 personas, si está muy cargado. Hay posgrados que son muchos menos, en Cirugía Plástica son como 3 o 4. Hemos hablado con el Departamento de Salud Pública porque creemos que en este hay magísteres que pueden colaborar con los posgrados y nos dijeron que tenían anuencia. Esperamos empezar a tener relación con este Departamento, con los posgrados, porque al final, los magísteres en salud pública

son profesores de la Facultad y, por tanto, como profesores de la Facultad, deben dar clases en grado y posgrado.

CR/ Otro gran reto sería la retroalimentación a los espacios asistenciales, porque eso podría fortalecer mucho el abordaje de la atención médica, establecer protocolos de atención, porque eso mejora la atención a nuestros pacientes y en eso siento que todavía no se está dando. Se está haciendo mucha investigación, pero los productos no están regresando al ámbito de donde salieron.

EP/ Hay unos posgrados que ya lo empezaron a hacer, Medicina Interna y Gineco-obstetricia. Hay varios posgrados que reúnen a los médicos asistenciales de su departamento y al residente, además de presentar su trabajo de investigación en el Congreso de los Posgrados, lo presentan internamente en su departamento y ahí lo discuten. Pero eso es algo que puede ser promovido, y podríamos hacerlo, en sesiones clínicas, con departamentos más grandes en conjunto para hacer discusiones de estas investigaciones. De repente, los hallazgos de estos muchachos pueden cambiar decisiones sobre cómo funciona el Hospital en ciertas áreas.

CV/ Es necesario que esta información no pertenezca solamente a los ámbitos académicos. Por ejemplo, cuando estuve dando clase en Medicina Interna, además de las revisiones bibliográficas de la producción internacional, nosotros les pedíamos que revisaran lo que se había publicado aquí en Honduras, particularmente en las residencias. Además, se les enviaba a obtener información de lo que es el Departamento de Epidemiología, porque sí hay producción académica, pero de repente no se visibiliza suficiente. Yo creo que no es tanto el acceso, creo que estamos acostumbrados a buscar solamente la información que se produce en el exterior.

EP/ Y nosotros no socializamos, esa es nuestra culpa. Nosotros presentamos en los congresos de los posgrados, aparece en la revista, pero de ahí no hay una socialización masiva.

8. CT/ En su opinión, ¿de qué manera se puede desarrollar una perspectiva de investigación interdisciplinaria en los posgrados de Medicina con otras áreas del conocimiento?

EP/ Es muy factible en la medida que la UNAH lo permita, porque para nosotros

el problema que encontramos es que se exige al estudiante que su trabajo de graduación sea unipersonal. Si se permitiera que fueran grupales y tener un trabajo en el cual haya gente de psicología, economía y medicina, creo que podríamos incentivar eso.

CV/ Es más, en unos espacios se ha discutido sobre la riqueza de los trabajos de tesis a diversos niveles de maestría y doctorado que pudieran ser grupales para fomentar las relaciones entre las diversas instituciones.

JA/ En el marco de las líneas prioritarias de investigación de la Facultad hay una posibilidad real de realizar investigaciones interinstitucionales y multidisciplinarias. La mayoría de las investigaciones interinstitucionales que hemos realizado han sido con nuestro aliado estratégico natural, que es la Secretaría en Salud, junto con los hospitales y luego las unidades de la Red de Salud. Entonces, tenemos ejemplos de estudios como el de *Prevalencia de demencia y factores asociados en adultos mayores en las áreas de influencia de los médicos en servicio social*. Además, la FCM estaba participando con la Asociación Hondureña de Alzheimer, pediatras del Instituto Hondureño de Seguridad Social y salubristas del Programa Nacional del Adulto Mayor de la Secretaría de Salud, lo cual se nos facilita por los horarios y los temas que la investigación interinstitucional y multidisciplinaria desarrolla con instituciones como estas. Para hacer una investigación interdisciplinaria con otras facultades de la UNAH, necesitaríamos una facilitación a través de la Dirección de Posgrados. Y definitivamente, se debe mejorar la relación docente-estudiante, que actualmente está desbalanceada por el escaso número de docentes y el mayor número de estudiantes. Para facilitar ese tipo de investigación se requiere de tiempo real que tenga el docente para hacer a esa gestión y tiempo es lo que menos se tiene.

CR/ En este momento, desde la Unidad de Planeamiento estamos haciendo investigaciones operativas, trabajamos con dos licenciados en economía que nos están apoyando en un proyecto de investigación sobre la carga social y económica que nos está dando determinada morbilidad en el Hospital. También estamos trabajando con ingeniería en biomédica, la que nos está haciendo una investigación para fortalecer proyectos de gestión e intervención para obtener insumos para que se hagan proyectos en el manejo hospitalario, que es un problema importante que tenemos en nuestro Hospital. Asimismo, llegó una licenciada en psicología y otra en trabajo social para hacernos unos estudios socioeconómicos para hacer

una venta de servicios. Hemos estado haciendo gestiones para que otras disciplinas en investigación se relacionen con la parte médica.



Cecilia Varela, Jackeline Alger, Cristina Rodríguez

9. CT/ ¿Cuáles son los esfuerzos que se están realizando desde la Facultad de Medicina para adaptarse a las tendencias internacionales en investigación científica en el área de salud? ¿Cuáles son los avances? ¿Dónde se encuentran los retos?

JA/ Es importante tener en cuenta el aspecto de capacitación y certificación de los investigadores, tanto estudiantes de grado y posgrado como docentes, en ética de la investigación. Nosotros tenemos varios años, a través de la Unidad de Investigación Científica y los Posgrados de la FCM, en promover y regular la capacitación y certificación de todos los investigadores en ética en investigación y para eso tenemos dos colaboradores internacionales. Uno es el programa Collaborative Institutional Training Initiative (CITI) de la Universidad de Miami; y el otro es una institución llamada The Global Health Network, ambas nos proporcionan cursos en línea sobre temas como buenas prácticas clínicas, conducta responsable en la investigación, protección de sujetos humanos en la investigación e integridad científica. Con estos temas se cubren los módulos y ellos al final dan una lista de los módulos tomados por los estudiantes y los docentes. Este es un requisito que se les pide tanto a los estudiantes de Medicina en su último

año de carrera, como a los estudiantes de posgrados en los diferentes semestres. Con esta capacitación esperamos que se les prepare mejor para el desarrollo de las investigaciones.

EP/ Sé que la Facultad tiene convenios con la Universidad de Columbia, también con algunas universidades de Alemania, con la Universidad de Sao Paulo, con la Universidad de México y sé que trabaja con algunas universidades en Inglaterra. Lo que necesitamos es ver cómo eso se concretiza en trabajos de investigación multilaterales o bilaterales, porque hasta ahora es más una relación de tipo administrativo y gerencial, pero necesitamos que eso baje a nivel operativo y que se tenga un trabajo operativo de investigación.

CR/ En el tema de trauma y violencia, desde el año pasado la Dirección de Docencia e Investigación hizo contactos con la Universidad de Harvard y ya están en proceso; de hecho, ellos abrieron más espacio para la relación para mejorar la articulación del Hospital con instituciones universitarias de prestigio internacional, lo cual fortalece el ámbito de la investigación.

EP/ Ya hay con esa Universidad un trabajo colaborativo en temas de violencia y atención de víctimas de la violencia en el Hospital y tenemos otras universidades que han mostrado interés como Hospital. Creo que la ventaja que tienen actualmente los posgrados es que la UNAH tiene la administración del Hospital y de los posgrados. Entonces, se pueden hacer este tipo alianzas desde ambas entidades, como Hospital y como posgrado



Diversidad Temática

Análisis de la sequía en la subcuenca del río Bonito mediante el índice de precipitación estandarizado

Carlos Manuel Veroy Reyes,¹ Raúl Orlando Valerio Martínez,²
Carmen Leticia Crespo,³ Gilda Elena Aguilar⁴

RESUMEN

El presente artículo detalla el trabajo realizado para analizar la sequía en la subcuenca del río Bonito mediante el uso del índice de precipitación estandarizado y los registros de precipitación de las estaciones meteorológicas aledañas a la zona de estudio, a partir de lo cual se encontraron todos los eventos secos y húmedos entre los años 1958-2012.

Además, se presentan los gráficos de máximos y mínimos promedio de precipitación, la relación entre años del fenómeno El Niño (ENOS) y eventos secos, mapas geoespaciales de las estaciones meteorológicas con su índice de precipitación para años y meses claves de estudio, tales como la del fenómeno de El Niño de 1986-1988, huracán Mitch y periodos secos que han afectado a los pobladores de la zona.

Se recolectaron datos de precipitación de 7 estaciones meteorológicas para encontrar las ocurrencias de eventos secos y eventos húmedos en la zona de la subcuenca del río Bonito durante todo el periodo de estudio 1959 – 2012. Mediante la transformación de valores de precipitación mensuales a valores de IPE (SPI-1, SPI-12, etc.), los datos se ajustan a una distribución de probabilidad normal. De dichos resultados se recogen la presencia de los eventos en determinado mes, su caracterización como evento seco o húmedo con su grado de influencia, ya sea leve, moderada o extrema. Por último, se generan los mapas correspondientes a los periodos de mayor influencia encontrada.

Se analizaron los resultados totales y se identificaron 3 periodos de severa sequía 1986-1988, 1995, 2009-2010. Igualmente, se presentó un periodo de alta precipitación desde 2006 al 2008. Se identificaron los periodos de bajo nivel en los máximos

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Matemáticas y Ciencias de la Computación. Correo electrónico: carlos.veroy@gmail.com

² Universidad Nacional Autónoma de Honduras. UNAH-TEC-Danlí. Sección de Matemáticas. Correo Electrónico: raulvaleriom@yahoo.com

³ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). Sección de Matemáticas.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). Sección de Química.

promedio de precipitación, donde dichos períodos de larga prolongación van desde 1983 hasta 1988 y de 1991 a 1995, que fueron períodos donde se presentó el fenómeno de El Niño en la mayoría de los años. Mediante el análisis del SPI-12, en el período de 1975 a 2012, se caracterizaron 18 diferentes años como secos, es decir, se presentaron más eventos secos extremos que eventos húmedos extremos a lo largo de un año.

Palabras clave: sequía, IPE, precipitación, índice de precipitación estandarizado, estación meteorológica, fenómeno de El Niño, fenómeno La Niña, huracán Mitch, evento seco y evento húmedo.

ABSTRACT

The present work consisted in analyzing the drought of Río Bonito sub basin using standardized precipitation index and registers of pluviosity of meteorological stations close to the study zone, being found drought and wet events between 1958 and 2012.

It also shows a graph of maximum and minimum average precipitation, relation between El Niño (ENOS) and drought events, geospatial maps of meteorological stations with their precipitation index to key years and months of study, such as El Niño 1986-1998, Mitch hurricane, and drought periods affected to inhabitants of zone.

Precipitation data from seven weather stations were collected to find the occurrences of dry events and wet events in the area of the Rio Bonito subbasin throughout the period 1959 - 2012. By transforming values of monthly precipitation values IPE (SPI-1, SPI-12, etc.), the data fit a normal probability distribution. From those results we analyze the presence of events in a given month, its characterization as dry or wet event with their degree of influence: mild, moderate or extreme. Finally, maps are generated for most influenced periods.

The overall results were analyzed and 3 periods of severe drought from 1986 to 1988, 1995, 2009-2010 were identified. Similarly, a period of high precipitation occurred from 2006 to 2008. Long periods of low-level maximum average precipitation were identified, ranging from 1983 to 1988 and 1991 to 1995. El Niño was present in most of these cases. By analysis of the SPI-12 in the period 1975 to 2012, there were characterized 18 different years as drought years, that is, the extreme dry events number was greater than wet events number over one calendar year.

Keywords: Drought, SPI, Precipitation, Standardized precipitation index, Meteorological stations, La Niña, El Niño, Mitch hurricane, Dry event and Wet event.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de La Ceiba se abastece de agua en parte de la subcuenca del río Bonito y se encuentra sujeta, al igual que todas las cuencas y subcuencas de Honduras, a situaciones adversas que pueden ser originadas por el cambio climático. En consecuencia, tomando en cuenta que la mayoría de las subcuencas carecen de un monitoreo adecuado, diferentes tipos de desastres naturales pueden afectar a esta ciudad (como la sequía), por lo tanto se beneficiaría de estudios que generen datos de monitoreo con los cuales sea posible hacer una mitigación más efectiva sobre los efectos adversos del cambio climático si se tiene un monitoreo de alerta oportuna, que en este caso se refiere a la sequía.

Debido a lo mencionado anteriormente, se tuvo la necesidad de encontrar métodos para poder identificar épocas secas y épocas lluviosas en la zona, con el fin de encontrar los distintos tipos de sequía que afectan a la subcuenca del río Bonito. Así, el método utilizado en esta investigación es el índice de precipitación estandarizado (SPI por sus siglas en inglés), desarrollado por Mckee en el año 1993, con el fin de mejorar la detección temprana del inicio de una sequía y su monitoreo.

El índice SPI es una herramienta simple, fácil de calcular y estadísticamente relevante y significativa, que permite medir en distintas escalas temporales a la sequía; estas escalas de tiempo reflejan el impacto de la sequía sobre la disponibilidad de los diferentes recursos de agua. Una de sus características más interesantes es que asigna un valor numérico a las precipitaciones, el cual se puede comparar con valores de todas las regiones, incluso con climas marcadamente diferentes. Es igual de eficaz para analizar tanto los periodos secos como los periodos húmedos y tiene como único parámetro de entrada a la precipitación.

El cálculo SPI para cualquier ubicación se basa en el registro de precipitación a largo plazo para un período deseado. Este registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidad, que se transforma, entonces, en una distribución normal; de modo que la media de SPI para la ubicación y el periodo deseado es cero (Edwards y Mckee, 1997).

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Honduras tiene muchos problemas debido a la falta de información relevante con respecto a las sequías de diversas zonas, en particular de la subcuenca del río Bonito, ya que esta abastece de agua a gran parte de la población de la ciudad de La Ceiba y sus alrededores.

Ante esta problemática, se necesita realizar un análisis de la sequía, definida como la ausencia de pluvialidad, que es uno de los desastres que afecta a los seres humanos y recursos naturales; por eso en Honduras se han realizado estudios similares sobre la sequía en la subcuenca del río Guacerique y del río Choluteca.

Además de la relevante importancia que tiene este tema para el país, ya que el análisis de la sequía servirá para generar datos que resuman la situaciones adversas a las cuales los pobladores de la zona están sujetos y para identificar fenómenos naturales ocurridos a lo largo de los años, esta investigación se enmarca en el cuarto eje de investigación: *Ambiente, biodiversidad y desarrollo*, que forma parte del tema prioritario número 11: *Cambio climático y vulnerabilidad*.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el índice de precipitación estandarizado (IPE) de la subcuenca del río Bonito, en La Ceiba, para identificar los niveles de sequía y la aplicabilidad del IPE para la zona de estudio.

Objetivos específicos

1. Sintetizar y normalizar los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas aledañas a la zona.
2. Calcular el valor numérico del IPE.
3. Identificar las épocas secas y lluviosas en los últimos años.
4. Realizar gráficos de máximos y mínimos promedio de precipitación a lo largo de los años.
5. Realizar comparaciones entre épocas secas y los años en los cuales se presentó el fenómeno de El Niño.
6. Demostrar espacialmente la variabilidad de la sequía en la zona del río Bonito, mediante el software ArcGIS.

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo cuantitativa, pues trata un problema que se relaciona con las ciencias físico-naturales. Para el logro de los objetivos se recolectaron datos numéricos de precipitación y se aplicó una distribución de probabilidad estadística para la obtención de resultados.

Es una investigación exploratoria, ya que se necesita tener una perspectiva amplia del problema de sequía en la zona del río Bonito, identificando las variables que están influyendo en el problema, razón por la que esta investigación se centró en la variable precipitación mensual.

También es una investigación no experimental, según la temporalización, para lo que se utilizó el método longitudinal, ya que se recogieron datos en periodos de tiempo específicos (registros de precipitación) y se hicieron inferencias con respecto a los resultados obtenidos, sus cambios y consecuencias.

La población son las estaciones meteorológicas del país, ya que de estas se obtuvieron los registros de precipitación para este estudio. La muestra fue de 7 estaciones, porque están cerca de la zona de estudio y por eso no se necesitó hacer uso de herramientas estadísticas para este cálculo.

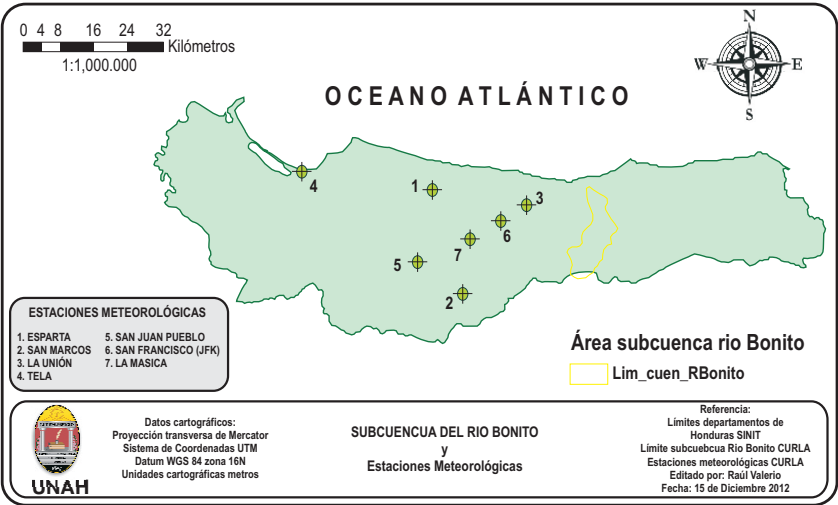
Para la operacionalización de la variable precipitación, se determinaron los siguientes conceptos:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Precipitación	La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre.	<p>El pluviómetro es un instrumento que se emplea en las estaciones meteorológicas para la recogida y medición de la precipitación.</p> <p>La cantidad de agua caída se expresa en milímetros de altura. El diseño básico de un pluviómetro consiste en una abertura superior (de área conocida) de entrada de agua al recipiente, que luego es dirigida a través de un embudo hacia un colector donde se recoge y puede medirse visualmente con una regla graduada o mediante el peso del agua depositada.</p> <p>Normalmente la lectura se realiza cada 12 horas. Un litro caído en un metro cuadrado alcanzaría una altura de 1 milímetro.</p>

En resumen, la metodología efectuada para los propósitos de esta investigación consistió en lo siguiente:

- 1. Identificar la zona de estudio (ver mapa 1).

Mapa 1. Área subcuenca río Bonito y estaciones meteorológicas



- 2. Se recolectaron datos de precipitación de las 7 estaciones meteorológicas aledañas a la zona: La Unión, Tela, San Juan Pueblo, San Francisco, San Marcos, La Masica y Esparta. Estas bases de datos fueron proporcionadas por SERNA, Servicio Meteorológico Nacional e Instituto Hondureño de Ciencias de La Tierra. Los datos faltantes fueron completados para tener una base de datos óptima y así garantizar la convergencia del software. En el cuadro 1 se presentan las estaciones meteorológicas con su ubicación en unidades UTM.

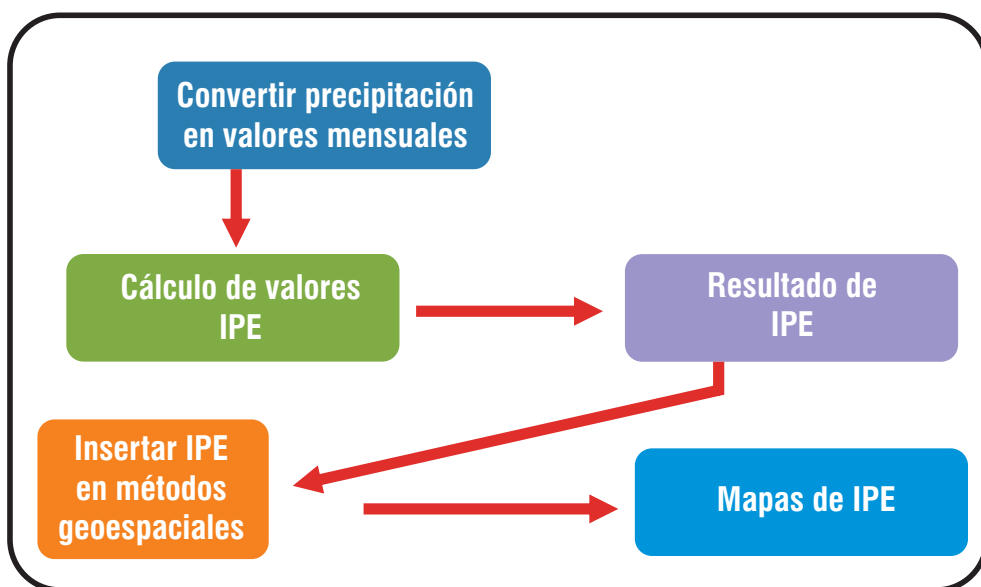
Cuadro 1. Estaciones meteorológicas y períodos de tiempo

Estación	Serie de tiempo	X	Y
Esparta	1972 - 1991	481223	1740723
La Masica	1986 - 2002	489282	1729503
La Unión	1972 - 2012	502143	1737335
San Francisco (JFK)	1980 - 2012	496547	1733556
San Juan Pueblo	1972 - 1999	477368	1724350
San Marcos	1979 - 2012	487816	1716907
Tela	1958 - 2008	443587	1743950

Fuente: Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), registros de precipitación, 2012

3. Se seleccionó el periodo de 1959-2012 y se calculó el IPE-12 en toda la subcuenca del río Bonito, luego se hizo el IPE-1 mensual para encontrar las ocurrencias de eventos secos y húmedos durante todo el periodo de estudio. También se seleccionaron como objeto de estudio relevante los periodos: de agosto de 1986 a febrero de 1988, en los cuales se registraron mayores eventos secos y el fenómeno de El Niño por más tiempo; de junio de 2009 a mayo de 2010 y mayo de 1995, cuando se registraron eventos de extrema sequía; y octubre de 1998 por el huracán Mitch.
4. Los datos se ajustaron a una distribución de probabilidad gamma que se transforma a una distribución normal estandarizada (media 0 y varianza 1), procedimiento que se hizo utilizando el software `spi_ls_6`, desarrollado por el Centro Nacional de Mitigación de la Sequía de la Universidad de Nebraska en Estados Unidos; este software calcula el IPE en diversas escalas de tiempo, según corresponda, por ejemplo: 1, 3, 6, 9 y 12 meses.
5. Finalmente, se desarrollaron los gráficos en SPSS y Microsoft Excel representando los diversos análisis de sequía para cada estación meteorológica, probabilidad de ocurrencia de sequía y se generaron, con el software ArcGIS, los mapas geoespaciales en donde se visualizan las épocas secas y lluviosas a lo largo del tiempo (ver figura 1).

Figura 1. Metodología de la estimación del IPE y representación espacial



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS

Se analizaron los resultados y fueron identificados 3 períodos de severa sequía: 1986-1988, 1995, 2009-2010; porque en estos se presentó un mayor número de eventos secos para estos períodos. El cuadro 2 presenta una distribución de eventos secos, normales o húmedos, por estación meteorológica durante los años de 1975 a 2012.

Se observó que en ciertas estaciones ocurrió un mayor número de eventos secos extremos (Esparta, La Masica) y ningún evento húmedo extremo; pero, hay estaciones en donde pasó una gran mayoría de eventos extremos húmedos (La Unión, San Francisco y San Marcos) sin eventos secos extremos; mientras que Tela mantiene un equilibrio en la cantidad de eventos presentados. Como era de esperarse, se mantiene una cantidad superior en el rango de la normalidad (evento casi normal) para todas las otras estaciones.

Como consecuencia del análisis de la distribución de eventos secos, normales o húmedos en la zona, en el cuadro 2 se presenta la relación de los eventos secos y la presencia del fenómeno de El Niño en nuestro país desde 1975 hasta 2012. Se aprecia en dicho cuadro la relación que existe entre los años El Niño y los años marcados como secos, que es cuando la cantidad de eventos secos superan a la cantidad de eventos húmedos.

Al respecto, es preciso recordar que el fenómeno El Niño provoca una disminución de las lluvias durante casi toda la temporada lluviosa, especialmente en los meses de agosto y octubre, cuando donde el déficit de lluvia fácilmente supera el 60 %. Si el evento es débil llueve temprano en abril y mayo, en el sur; pero cuando es moderado llueve más en junio (Argeñal, 2010).

Cuadro 2. Relación de los períodos secos y húmedos con el fenómeno El Niño

Año	Descripción	Fenómeno	Cantidad eventos	
			Secos	Húmedos
1975	Seco	--	14	0
1976	Húmedo	El Niño	1	2
1977	Húmedo	El Niño	1	25
1978	Húmedo		4	15
1979	Húmedo	El Niño	0	22
1980	Húmedo		0	24

Año	Descripción	Fenómeno	Cantidad eventos	
			Secos	Húmedos
1981	Húmedo		0	25
1982	Húmedo	El Niño	1	1
1983	Seco	El Niño	12	0
1984	Seco		11	0
1985	Seco	El Niño	20	0
1986	Seco	El Niño	11	0
1987	Seco	El Niño	42	0
1988	Húmedo		0	24
1989	Húmedo		3	4
1990	Seco		12	7
1991	Seco	El Niño	9	6
1992	Seco	El Niño	6	0
1993	Seco		20	1
1994	Húmedo		4	5
1995	Seco		43	0
1996	Húmedo		12	24

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación según valores del índice de precipitación.

Máximos y mínimos

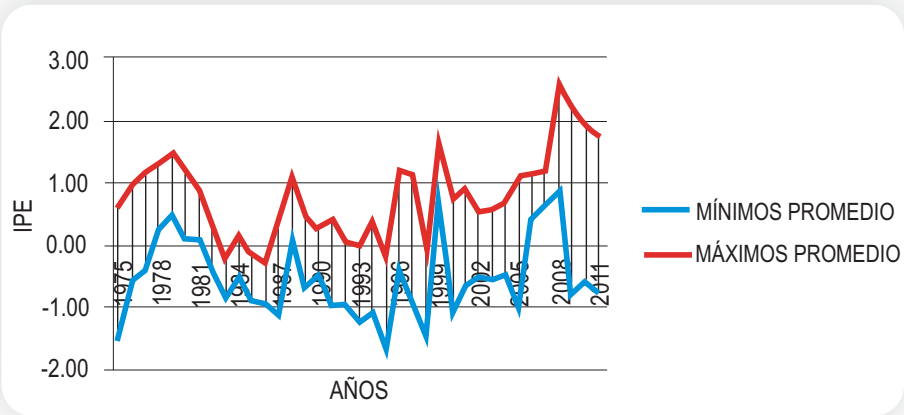
El gráfico 1 muestra el comportamiento de máximos y mínimos en la subcuenca del río Bonito a lo largo del período de estudio 1975- 2011. Se puede observar que estas cantidades en su mayoría se encuentran en los niveles promedio esperados de -1 a 1, por tanto, la zona estudiada presenta un comportamiento balanceado.

Es de resaltar que los niveles bajos de máximos promedio de mayor prolongación que van desde 1983 hasta 1988 y de 1991 a 1995, que fueron períodos en los cuales se presentó el fenómeno de El Niño en la mayoría de los años.

También se puede ver que hubo períodos de mayor humedad, destacándose los años 2006 al 2008, en los que se presentó el fenómeno de La Niña en nuestro país. Tal análisis se respalda con la presencia de 79 eventos húmedos por tan solo 6 eventos secos en el período antes dicho.

Así, durante el período de 2006 a 2008, resalta sobre todo la estación de la Escuela John F. Kennedy, en el municipio de San Francisco, que tuvo promedios muy por encima de lo habitual en los niveles de precipitación normal, encontrándose un SPI-12 de +2.2 y SPI-1 de +1.1 (ver gráfico 1).

Gráfico 1. Máximos y mínimos promedio SPI-12



Período 1986-1988

La sequía de 1986-1988 comenzó en agosto de 1986, con un pico en noviembre de 1986 y finalizó en febrero de 1988. Tal sequía coincidió con la presencia del fenómeno de El Niño y se caracterizó como uno de los períodos de sequía de mayor intensidad presentados en la subcuenca del río Bonito, reportándose 58 eventos secos con 0 eventos húmedos extremos (análisis con SPI-12).

El cuadro 3 muestra el número eventos secos y húmedos por estación durante el período, para ello se utilizó el SPI-1 para analizar el comportamiento mes a mes de la precipitación. Este cuadro también indica que el 68 % de los eventos extremos fueron reportados como secos; así, esta información respalda las conclusiones de los especialistas sobre la incidencia del fenómeno de El Niño durante el período estudiado.

Cuadro 3. Distribución de eventos mes a mes con SPI-1 (agosto. 1986 a feb. 1988)

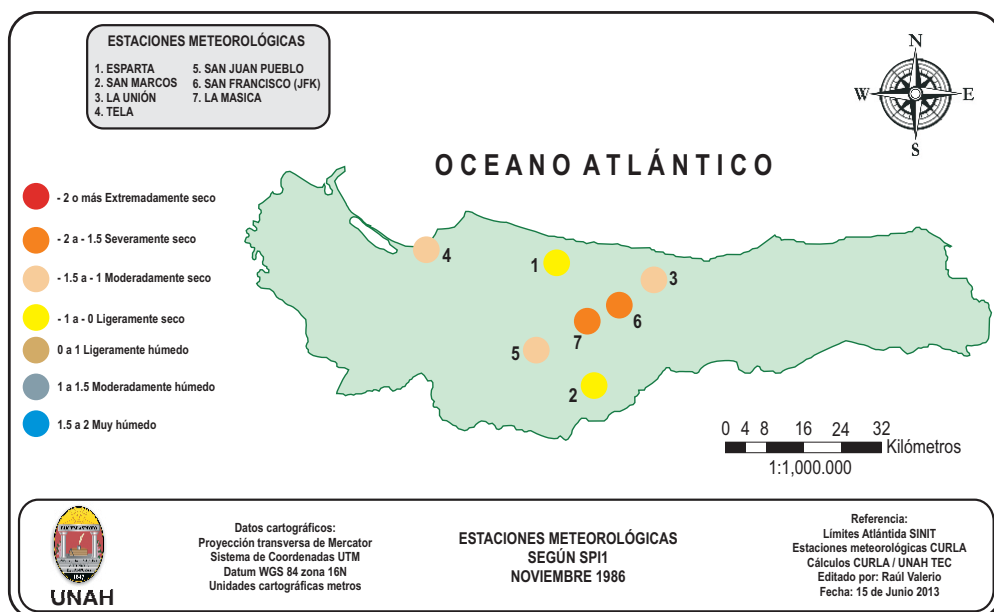
Estación	Extrema-mente seco	Severa-mente seco	Moderada-mente húmedo	Casi normal	Moderada-mente húmedo	Muy húmedo	Extrema-mente húmedo
Esparta	0	0	1	16	1	1	0
La Masica	1	2	1	14	1	0	0
La Unión	0	0	3	16	0	0	0
San Francisco	0	2	1	16	0	0	0
San Juan	0	2	1	16	0	0	0
San Marcos	0	1	1	14	3	0	0
Tela	0	0	3	13	2	1	0
Suma	1	7	11	105	7	2	0

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación de valores de IPE (Agosto 1986-febrero 1988).

Los meses que presentaron un mayor número de eventos extremos secos fueron noviembre de 1986, abril de 1987 hasta junio del mismo año y octubre de 1987.

El mapa 2 muestra el mes de noviembre de 1986, durante el cual se presentó una mayor sequía en la subcuenca estudiada y como se observa, hubo eventos extremos de sequía en dos estaciones: San Francisco y La Masica.

Mapa 2. Comportamiento noviembre 1986, SPI-1



Período 2009-2010

Este período tratado fue el último durante el cual el fenómeno de El Niño azotó con mayor intensidad, según científicos estudiosos del tema (NOAA). En la zona de la subcuenca se puede apreciar su influencia, la que solo muestra información de 3 estaciones meteorológicas debido a la falta de recopilación de datos de las demás estaciones por parte de la entidad encargada.

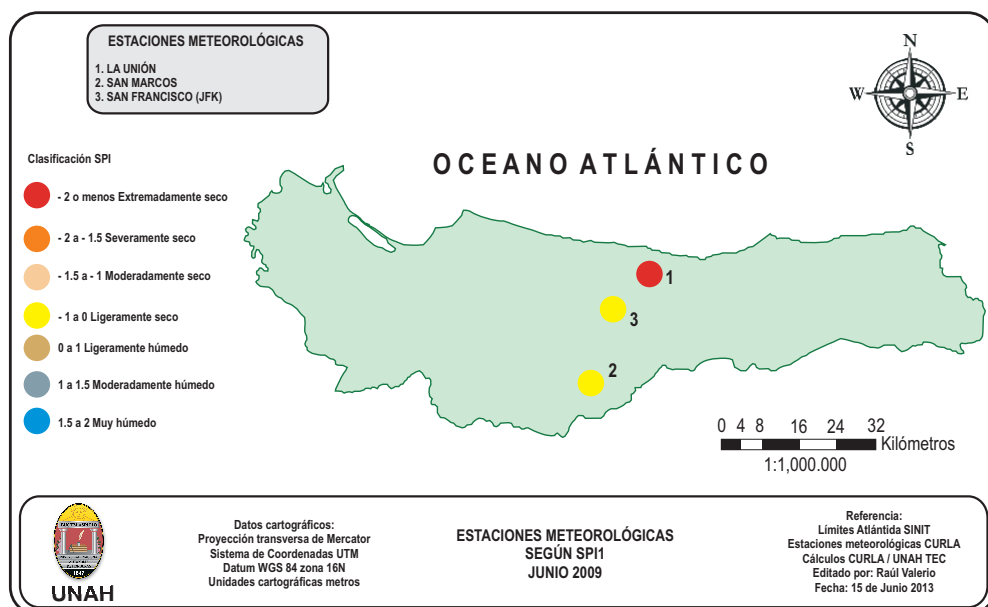
Se hizo una subdivisión en el rango casi normal para poder apreciar de mejor manera el comportamiento de la precipitación, ya que la cantidad de eventos extremos fue mucho menor de los esperados en relación el rango de normalidad.

Durante el período en análisis se reportó una leve baja en la precipitación en los meses de junio a octubre de 2009, afectando en gran medida a la estación ubicada

en La Unión, presentando hasta 3 eventos extremos secos (-2 o menos en SPI-1).

El mapa 3 muestra el comportamiento de la zona en el mes de junio de 2009, ya que fue el mes en donde se reportó mayor intensidad de la sequía en el período estudiado. Se observa que la estación de La Unión reveló un evento extremadamente seco, mientras que las demás estaciones se mantuvieron en el rango de normalidad de precipitación, con inclinación hacia el lado negativo de la curva normal, por tanto, este mes es considerado seco.

Mapa 3. Comportamiento en el mes de junio 2009, SPI-1



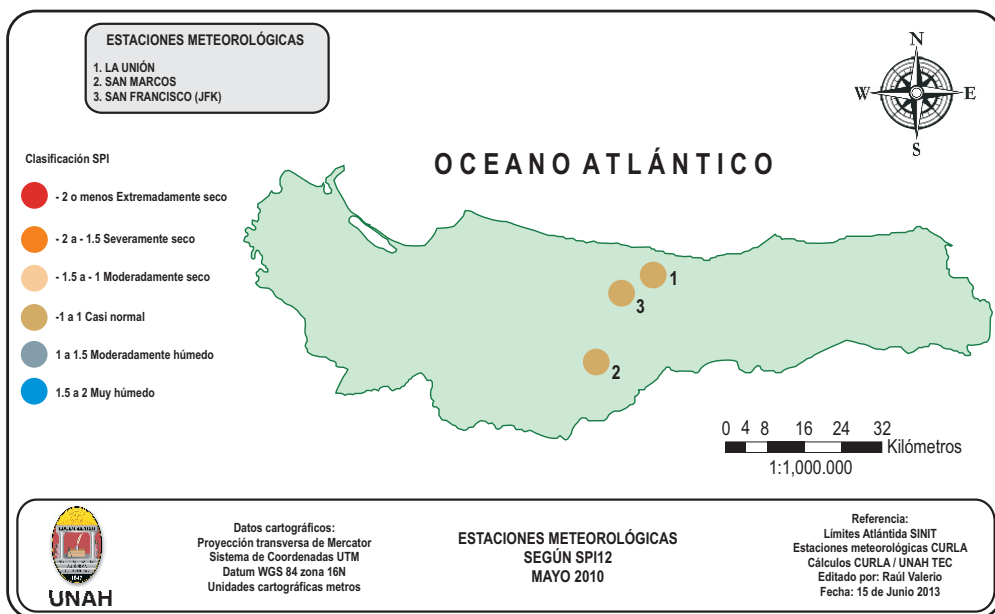
El mapa 4 describe el comportamiento de la zona en el mes de mayo del 2010, es decir, el fin del ciclo del fenómeno de El Niño en el período 2009-2010, se considera tal comportamiento utilizando el SPI-12, o sea, tomando en cuenta el análisis durante todo un año (lo que duró el fenómeno).

Como se visualiza en el mapa 4, los niveles de precipitación regresaron a sus niveles normales de precipitación luego de presentar eventos extremos secos mostrados anteriormente (mapa 3).

Es importante señalar que con el análisis del SPI-12 se encontró que la estación La Unión tuvo un promedio de -1.2 en el período estudiado, lo cual indica que las precipitaciones de lluvia fueron escasas (eventos moderadamente secos) o, mejor

dicho, menores al comportamiento normal durante la influencia del fenómeno El Niño. Las demás estaciones reportaron un comportamiento equilibrado.

Mapa 4. Comportamiento en mayo de 2010, SPI-12



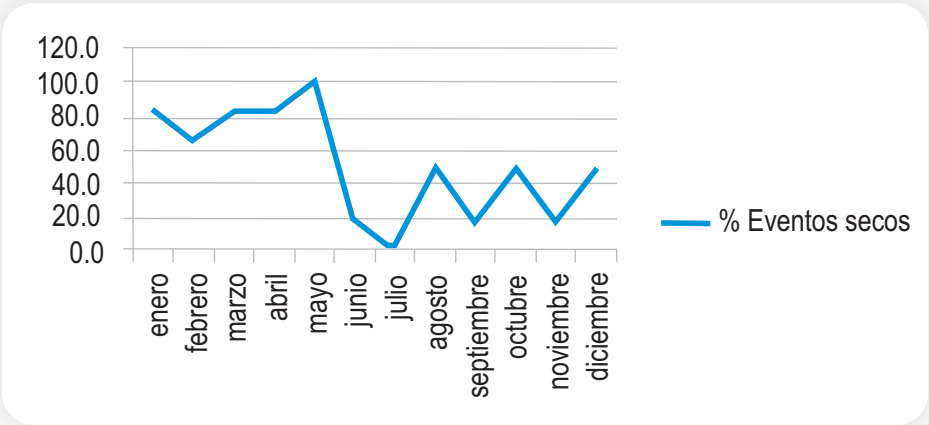
Período 1995

En el año 1995 se reportó una cantidad considerable de eventos extremos, lo cual motivó a su estudio y análisis. Así, se reportaron 43 eventos extremos secos en total, pero no se presentaron eventos húmedos, es decir, que sucedió una enorme cantidad de eventos extremos secos y por tanto es considerado seco (ver cuadro 2).

Como tal reporte indica que los niveles de precipitación a lo largo del año fueron menores al rango de la normalidad, se obtuvo un promedio anual del SPI-12 por debajo de -1 en casi todas las estaciones utilizadas en el estudio. Esto indica, por supuesto, el nivel de sequía presentado a lo largo de 1995.

Los meses durante los cuales se reportó un mayor número de eventos secos fueron de enero a mayo, apreciándose niveles de sequía del 67 % al 100 % en los eventos encontrados. La estación que manifestó más eventos secos fue la ubicada en San Juan Pueblo. Por ejemplo, en el mes de mayo de dicho año se encontró, incluso, un promedio menor a -1 en SPI-1 (ver gráfico 2).

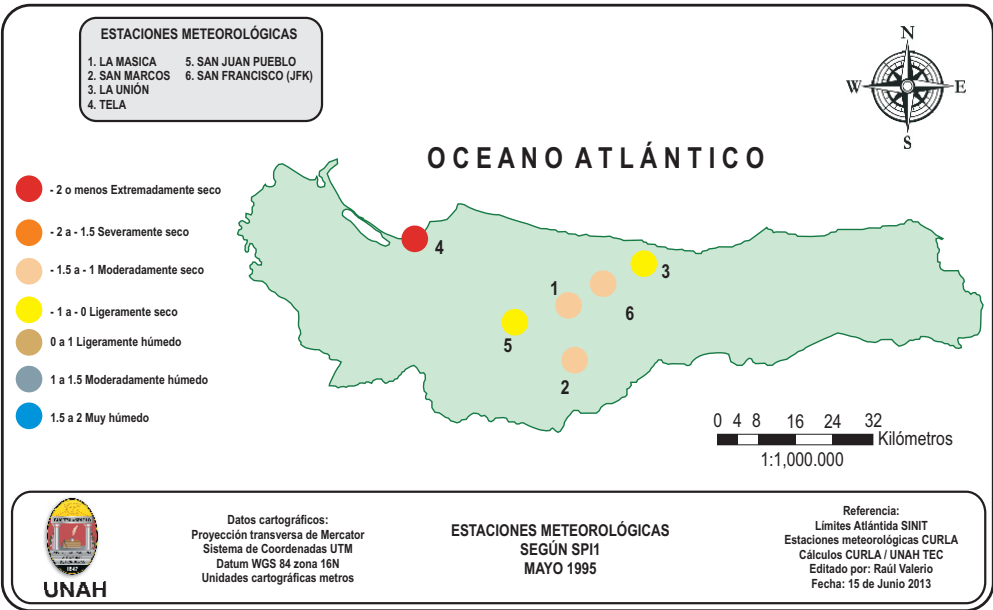
Gráfico 2. Porcentaje de eventos secos por mes, 1995



Fuente: Elaboración propia con base en valores de IPE, 1995.

El mapa 4 muestra qué eventos secos se presentaron durante el mes de mayo de 1995; además, que todas las estaciones tuvieron niveles de precipitación por debajo de lo normal, pero sobre todo realza el evento extremadamente seco en la estación de Tela.

Mapa 4. Comportamiento en mayo de 1995, SPI- 1



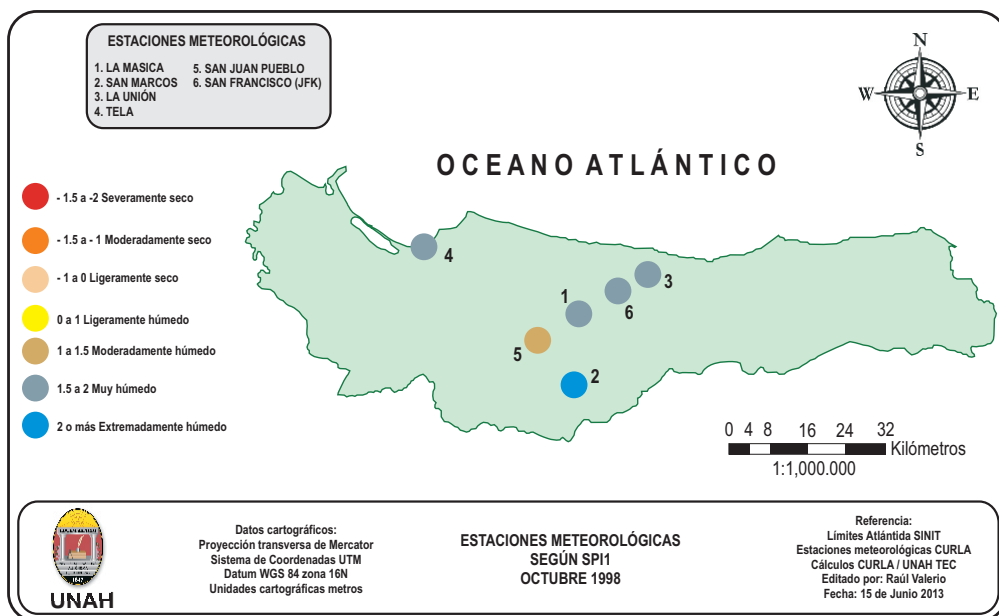
Huracán Mitch

Se analizó el comportamiento de la pluviosidad en el mes de ocurrencia del huracán Mitch en Honduras, fenómeno ocurrido a finales de octubre e inicios de noviembre de 1998. El mapa 5 muestra tal comportamiento en ese mes utilizando el SPI-1, para así poder observar solamente la influencia de ese mes en el presente análisis.

Como era de esperarse, los resultados indican que los niveles de precipitación están sobre los niveles de promedio de manera extrema (eventos húmedos), alejados más de +1.5 desviaciones estándar, arriba del promedio en muchas de las estaciones presentes en el análisis.

Es notable considerar que en el estudio previamente mostrado en el cuadro 2, sobre el SPI-12 año a año, el año de 1998 fue seco, a pesar de tener meses como octubre muy sobre el nivel promedio de precipitación. Tal análisis es muy interesante, ya que la causa se debe a la presencia del fenómeno de El Niño en Honduras.

Mapa 5. Comportamiento en octubre de 1998, SPI- 1



CONCLUSIONES

1. El índice de precipitación estandarizado (IPE) pudo aplicarse de manera satisfactoria en la subcuenca del río Bonito, ya que se obtuvieron resultados acorde a la situación real presentada en la zona de estudio.
2. En términos generales, la subcuenca no presenta muchos eventos extremadamente secos, a excepción de los periodos analizados anteriormente (agosto de 1986, febrero de 1988, 1995, junio de 2009 - mayo de 2010), cualquier otra situación de sequía en la zona será, por tanto, relacionada con el mal uso de los recursos naturales de los pobladores o por otro fenómeno, pero no por la ausencia de precipitación.
3. En el 60 % de los casos en los cuales el fenómeno de El Niño se presentó en Honduras hubo sequías notorias. Es decir, la presencia de dicho fenómeno se hace notar.
4. La ocurrencia de eventos extremos igualmente se presentaron a lo largo del año sin importar el mes.
5. Como se refleja en el estudio del huracán Mitch, la diferencia entre el SPI-1 y el SPI-12 es notable gracias a la injerencia de este tipo de fenómenos.
6. La predicción de sequía para los años futuros no pudo lograrse debido a la falta de datos de precipitación recientes de las estaciones meteorológicas, ya que en solo 2 estaciones hubo registros del año 2012.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por la Dirección de Investigación Científica y Posgrado de la UNAH, por el financiamiento para realizar la investigación y la supervisión en el desarrollo de la misma.

Igualmente, gracias a las instituciones que colaboraron con esta investigación: Secretaría de Recursos Naturales, Servicio Meteorológico Nacional, Instituto de Ciencias de la Tierra; también a la máster Claudia Lardizábal y a la licenciada Tania Peña, quienes dieron su apoyo a los investigadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Argenal, Francisco (2010). *Variabilidad climática y cambio climático en Honduras*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Casanoves, Fernando. 2011. *Estadística para ciencias agropecuarias*. Argentina: Editorial Brujas.
- Cancelliere, Antonino. (2006). *Drought Forecasting using the Standarized Precipitation Index*. Italia: Springer Science.

- Edwards, Daniel and McKee, Thomas (1997). Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. *Climatology Report*, 97, 2, Colorado State University.
- Guttman, Nathaniel. (1999). *Accepting the Standardized Precipitation Index: A Calculation Algorithm*. Paper No.97156, Journal of the American Water Resources Association, Carolina del Norte.
- Hayes, Michael Svoboda; Mark, David; Wilhite, Don y Vanyarkho, Olga. (1999). Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80, 429-438.
- Hernández, Alexander Javier. (2003). *Dinámica del uso de la tierra y de la oferta y la demanda hídrica en la Cuenca del río Guacerique*. Tesis de Maestría, CATIE, Costa Rica.
- Jiménez, Francisco. (2007). *Practica de análisis de vulnerabilidad*. Turrialba: CATIE.
- Jiménez, Francisco. (2007). *Curso gestión del riesgo a desastres*. Turrialba: CATIE.
- Lardizábal, Claudia. (2008). *Análisis de la sequía y alternativas de adaptación y mitigación en la subcuenca del río Guacerique*. Tesis de Maestría, CATIE, Costa Rica.
- Lugo, Hubp; Inbar, José y Moshe. (2002). *Desastres naturales en América Latina*. México: Fondo de Cultura Económica.
- McKee, Thomas; Doesken, Nolan and Kleist, John. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scale. In *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology. Anaheim, California, 17–22 January 1993*. Boston: America Meteorological Society.
- INYPESA. (2011). *Diagnóstico integral multidimensional de La Ceiba. Elaboración de planes y ordenamiento territorial de la subregión IV, Valle de Lean*. La Ceiba. Proyecto de gestión sostenible de los recursos naturales y cuencas del corredor biológico mesoamericano en el Atlántico hondureño.
- World Metereological Organization. (2012). *Standarized precipitation Index User Guide*. Switzerland: Chair Publications Board.

Ubicación de sitios arqueológicos a través de nuevas tecnologías de la información geográfica, valle de Otoro

Vito Veliz, César Rodríguez y Cristina Argueta¹

RESUMEN

Esta primera fase del proyecto Ubicación de sitios arqueológicos a través de nuevas tecnologías de la información geográfica, tenía por objetivo ubicar sitios arqueológicos en el valle de Otoro, Intibucá, y determinar posibles alineamientos astronómicos con respecto a la posición del Sol en determinadas épocas del año. Se ha procedido a registrar toda la información bibliográfica y por medio de visitas de campo se ha comprobado el estado de los sitios y su localización geográfica, actualizando la información arqueológica disponible.

Aunque para Otoro se disponía de un conteo de sitios arqueológicos (12 sitios), se deseaba comprobar su ubicación, guiándose con los mapas topográficos y las lecturas con GPS que se hicieron al momento de la visita. En esta se registraron 13 sitios arqueológicos que se encuentran en el municipio de Jesús de Otoro, valle de Otoro, para lo cual se utilizó un GPS Mobile Mapper 6, marca Magellan, con un margen de error de 1 metro. Se registró fotográficamente cada sitio, se analizó su estado, características y estructuras visibles. También se generó una base de datos y cartografía temática sobre la ubicación de estos sitios en el valle de Otoro, proceso que es importante para la siguiente fase del proyecto.

El proyecto permitió identificar y registrar un nuevo e importante sitio arqueológico en la zona de estudio llamado Guayamán, el cual está en proceso de deterioro. Una vez lograda la ubicación de los yacimientos arqueológicos, se elaboró cartografía temática, se buscó el significado arqueoastronómico de cada sitio; es decir, se analizó la relación de cada sitio con algún astro, en especial con el Sol, para determinar posibles alineamientos astronómicos con respecto a la posición del Sol en determinadas épocas del año.

Palabras clave: ubicación, sitios arqueológicos, sistemas de información geográfica, teledetección, arqueoastronomía.

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias Espaciales, FACES-UNAH-DAQAC. Correo electrónico: vitoveliz@yahoo.com; cesaronca@gmail.com; cristina.argueta@unah.edu.hn

ABSTRACT

This first phase of the project Location of archaeological sites across new technologies of the geographical information, had for aim locate archaeological sites in the Valley of Otoro, Intibucá and determine possible astronomic alignments with regard to the position of the Sun in certain epochs of the year. One has proceeded to register all the bibliographical information and by means of field visits there has been verified the condition of the sites and his geographical location, updating the archaeological available information.

Though for Otoro it was the arranging of a count of archaeological sites (12 sites), one wanted to verify his location, guided with the topographic maps and the readings with GPS that were done to the moment of the visit. In this one there were registered 13 archaeological sites that they found in Jesus de Otoro's municipality, Otoro's Valley, using a GPS Mobile Mapper 6, it marks Magellan, with a margin of mistake of 1 meter. Every site was registered photographically, there were analyzed its condition, characteristics and visible structures. Also there was generated a base of information and thematic cartography on the location of these sites in Otoro's Valley, process that is important for the following phase of the project.

The project allowed to identify and to register a new and important archaeological site in the zone of study called Guayamán, which is in process of deterioration. Once achieved the location of the archaeological deposits, I elaborated thematic cartography, The archeoastronomic meaning was looked of every site; it is to say, there was analyzed the relation of every site by some star, especially by the Sun, to determine possible astronomic alignments with regard to the position of the Sun in certain epochs of the year.

Keywords: Location, archaeological sites, geographic information systems, remote sensing, archaeoastronomy.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de sistemas de información geográfica y técnicas de teledetección para el reconocimiento de restos arqueológicos arquitectónicos en la superficie terrestre es algo que al inicio de esta investigación no se había utilizado en Honduras. Tanto en los Estados Unidos (Lyons y Mathien, 1980) como en Europa (Campana, Stefano y Forte, 2006), los proyectos utilizando esta técnica han dado resultados muy positivos, pero las circunstancias y la naturaleza de los restos arqueológicos no son siempre comparables. En consecuencia, era necesario hacer

pruebas y encontrar las técnicas apropiadas para poder reconocer esos restos arqueológicos en Honduras, utilizando SIG y la tecnología avanzada de teledetección.

Alrededor del mundo se ha encontrado evidencia de la influencia de los astros sobre el ser humano y sobre algunas de sus obras. Muchos investigadores se han dado a la tarea de estudiar y descubrir las evidencias que los antiguos dejaron sobre sus conocimientos astronómicos y sobre la influencia de los cuerpos celestes en la mentalidad y en ciertas obras humanas (Aveni, 1981; Pineda de Carías, Véliz y Agurcia Fasquelle, 2002).

En vista de la presencia de distintos nichos ecológicos en Honduras, desde el inicio de este proyecto se decidió considerar a estos; lo cual es un aspecto muy necesario a tomar en cuenta porque, dependiendo de eso, la textura o colores de las imágenes satelitales estarán sujetos a esa circunstancia. Asimismo, la cobertura del terreno determinará la naturaleza de los píxeles que compondrán la imagen. Siendo un valle, Jesús de Otoro presenta un aspecto semiárido, una cobertura vegetal variada y ya se sabe que ahí existen varios sitios arqueológicos. Todo esto le da el carácter de una zona de ensayo, de prueba, cuyos resultados servirán para aplicarlos en zonas similares en el resto del país (Véliz, 1983).

Investigaciones previas marcaron el desarrollo de este estudio: Juan Gregorio Rejas Ayuga y Vito Veliz presentaron en 2008 el proyecto denominado: *Desarrollo en nuevas tecnologías para la protección y preservación del patrimonio cultural y hábitat humanos de Honduras*. Como continuación al desarrollo de esta investigación, se presentaron los avances del *Proyecto teledetección*, en el cual se recopiló información de los sitios arqueológicos de Honduras, Veliz (2009). Posteriormente, Véliz (2010) presenta el proyecto de investigación *Arqueología de las zonas de estudio de un proyecto de teledetección en la República de Honduras*.

Uno de los procesos utilizados generalmente para asegurar el aprovechamiento de las técnicas espaciales de reconocimiento es conocer los sitios arqueológicos en tierra, ubicarlos en mapas topográficos y en la imagen satelital y analizar los rasgos del punto representativo de esos restos en la imagen satelital. Después, se describen los rasgos representativos de esos sitios arqueológicos en la imagen satelital, para poder reconocer esos mismos rasgos en otros puntos o zonas de las imágenes satelitales.

En esta primera fase del proyecto general, se está dando el primer paso en ese proceso, que es la obtención de información general sobre la ubicación de sitios

arqueológicos en el valle de Otoro, por medio de una revisión de la literatura arqueológica de esa zona. De igual modo, se aprovechó el verano para verificar las lecturas de ubicación con GPS.

Aproximación a las alineaciones astronómicas de las principales edificaciones del valle de Jesús de Otoro con respecto a las salidas y puestas de sol en el solsticio de verano e invierno

Desde la aparición del hombre en la Tierra, este se ha interesado en los fenómenos astronómicos debido, quizá, a la poca contaminación atmosférica, la inexistencia de la iluminación artificial y a la poca distracción que la actualidad ofrece. Poco a poco observó y documentó ciclos que relacionó con el tiempo y la ocurrencia de fenómenos naturales vinculados, por ejemplo con el clima, y se percató de que podía utilizar esta relación de los astros con la naturaleza como guía para marcar estos eventos en su beneficio; a falta de escritura utilizó marcas físicas en el suelo o la combinación con marcas naturales en el horizonte que apuntan hacia un objeto astronómico determinado.

Relación de la astronomía con las culturas pasadas

La astronomía sigue presente con el nacimiento de las sociedades y la planeación de sus ciudades, un ejemplo clave es la ciudad de Teotihuacán, que se localiza al noreste de la ciudad de México, aproximadamente a 40 kilómetros. Esta orienta su eje principal o Avenida de los Muertos, desviándolo $15^{\circ}28'E$ desde el norte y su eje perpendicular y secundario orientado hacia $15^{\circ}21'N$ hacia el oeste. La razón de esta disposición obligó a los constructores teotihuacanos a modificar la topografía en lugar de adaptarse a ella, es la orientación de su eje principal hacia Las Pléyades, pues este grupo de estrellas pasaba por su orto heliaco el mismo día que el primero de los dos pasos del Sol por el cenit, día de mucha importancia en la demarcación de las estaciones, dispositivo ideal para medir el tiempo mediante el Sol y las estrellas (Aveni, 1981).

Así como en Teotihuacán y su alineamiento con Las Pléyades, entre otros, diferentes culturas mesoamericanas en distintas latitudes se probaron con los alineamientos. Pineda de Carías, Véliz y Agurcia Fasquelle (2002), mencionan que en Honduras, la ciudad maya de Copán muestra varios de estos, relacionados con las estaciones y con la medida del tiempo; sin embargo, aún existen miles de sitios arqueológicos inexplorados en esta rama del saber arqueoastronómico, tal es el caso de Jesús de Otoro, en donde llama la atención el urbanismo de sus poblados en forma de C (Cruz Castillo, 2004).

OBJETIVO

Ubicar sitios arqueológicos revisando la literatura arqueológica y comprobar en el campo las ubicaciones de los sitios arqueológicos que se encuentren en el valle de Otoro y determinar posibles alineamientos astronómicos con respecto a la posición del Sol en determinadas épocas del año.

METODOLOGÍA

En esta primera fase del proyecto se registraron todos los sitios arqueológicos que se pudieron encontrar en la literatura arqueológica sobre el valle de Otoro. Posteriormente, se realizó la gira de campo para ubicar cada sitio arqueológico.

La mejor época en Honduras para hacer recorridos o reconocimientos arqueológicos en el campo es durante la época seca, dado que permite movilidad y visibilidad óptimas, porque los matorrales están secos y los arbustos tienen poco follaje, de esta manera es posible movilizarse y reconocer más rápidamente los restos arqueológicos arquitectónicos en la superficie terrestre.

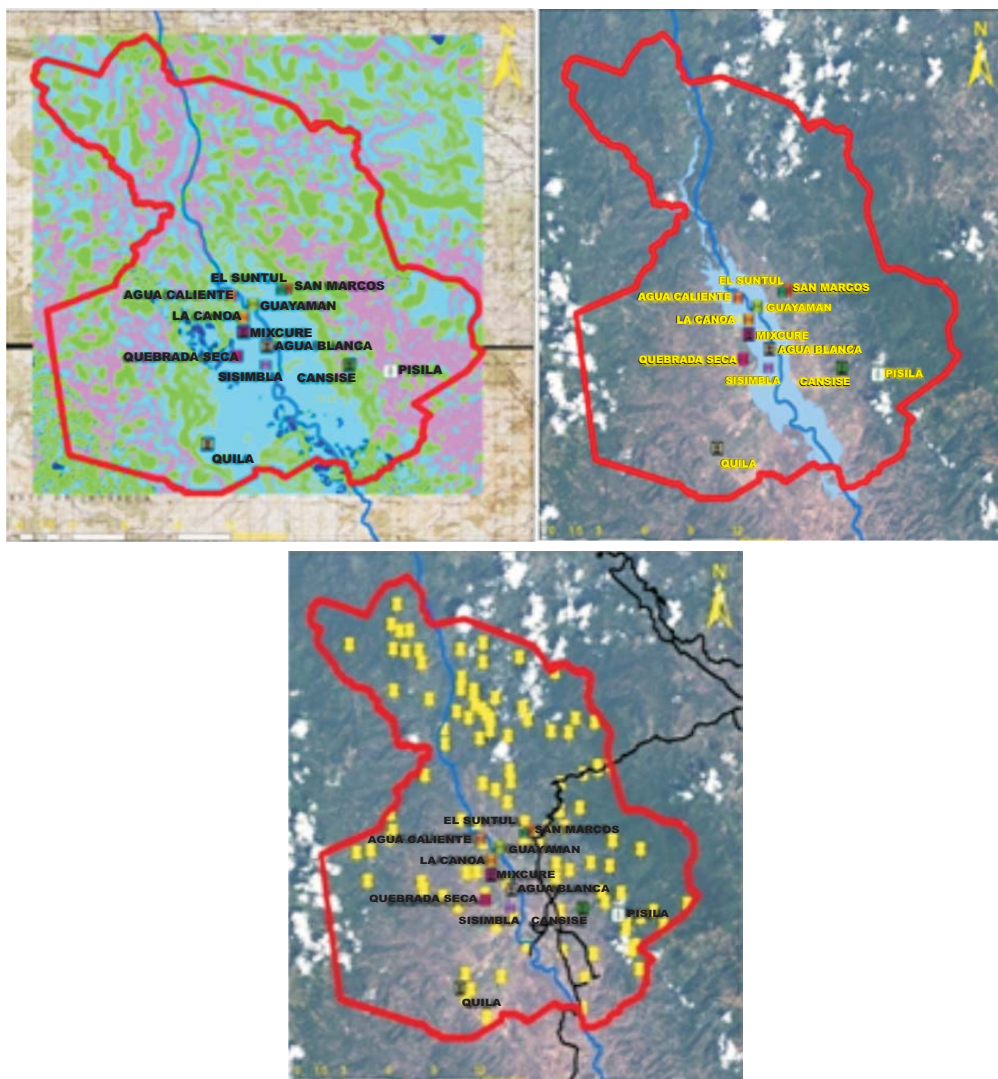
Para la primera visita se llevaron lápices, cuadernos, papel, cámara fotográfica, un GPS, los planos existentes de los sitios arqueológicos y un mapa de la zona con curvas a nivel. El material que se menciona sirvió para tomar notas, hacer croquis que se consideraron necesarios en el momento de la visita al sitio y un registro fotográfico del sitio. Los planos disponibles de los sitios se aprovecharon para ubicarse en el sitio y reconocer mejor las estructuras.

Aprovechando la información obtenida por medio de revisiones bibliográficas, la que proporcionaron algunos vecinos de la zona de estudio y con la asistencia del guía contratado, el equipo de campo conformado por tres investigadores, se movilizó en vehículo por el valle. Las tareas para este equipo fueron las siguientes: uno de los investigadores se encargó del aspecto logístico, la movilización en el campo a cada sitio, poniéndose de acuerdo con el guía y el regreso a los sitios en caso de necesidad para hacer alguna comprobación; otro investigador se encargó del manejo del GPS, asegurando lecturas apropiadas y confiables sobre la ubicación de cada sitio; el tercer investigador fue el encargado de registrar la información general o de las notas pertinentes para cada sitio y registrar las lecturas del GPS que proporcionó el encargado de este instrumento.

De regreso a la Ciudad Universitaria, siguió la revisión, estudio y análisis de toda la información bibliográfica y de campo recopilada. Con el personal capacitado en los

sistemas de información geográfica (SIG), se buscó la imagen satelital que cubre la zona del valle de Otoro y ahí se registró la posición de cada sitio arqueológico. De igual manera se realizaron análisis relacionados con la preservación y conservación de los sitios arqueológicos en el valle, tales como vulnerabilidad por inundaciones, deslizamientos y amenazas antropogénicas (Ver figura 1).

Figura 1. Detalle de amenazas a sitios arqueológicos en el municipio de Jesús de Otoro, Valle de Otoro, Intibucá*



Fuente: Elaboración propia, datos SINIT.

*Vulnerabilidad al deslizamiento (izquierda), inundación (centro) y crecimiento urbano (derecha).

Una vez que se logró la ubicación en los SIG, se buscó el significado arqueoastronómico de cada sitio, es decir, se trató de encontrar la relación de cada sitio con algún astro, en especial con el Sol. En vista de que el valle es pequeño, también se trató de ver si a todos los sitios arqueológicos, como un conjunto, se les puede asignar alguna interpretación arqueoastronómica.

El instrumento principal para la toma de datos fue el GPS Mobile Mapper 6, marca Magellan, con un margen de error de apenas 1 metro de diámetro por toma de punto. Se configuró con un tiempo de exposición de sesenta segundos para la toma de cada uno de los puntos.

El procedimiento de trabajo consistió en tomar puntos en el centro de las plazas principales de cada sitio arqueológico y en cada esquina de la estructura principal. Además, se visitó y se tomaron datos de un sitio con arte rupestre para poder buscar probables alineamientos con los demás sitios arqueológicos de la zona. Los datos en cuestión se han cotejado y determinado posibles alineamientos astronómicos. Para la realización del proyecto se planteó la adquisición de equipo y una gira de campo para la recolección de datos en cada uno de los sitios arqueológicos de la zona. La adquisición del equipo básicamente consistió en la adquisición de un GPS de alta precisión, equipo de oficina y presupuesto para el alquiler de un vehículo 4x4, viáticos para el personal del Departamento y el pago de un guía local para el recorrido.

MUESTREO DE CAMPO

La mayoría de los sitios arqueológicos en el municipio de Jesús de Otoro, valle de Otoro, se encuentran en la parte central del valle, distribuidos de la siguiente manera: en la margen izquierda del río Grande de Otoro, se encuentran nueve (9) sitios arqueológicos. Por esta margen, el sitio más al sur es Quila y el de más al norte es Quebrada Seca. Todos los sitios están entre la Quebrada de Otoro, por el sur, y el río Siruna por el norte.

Por la margen derecha, además del pueblo de Jesús de Otoro, hay cuatro (4) sitios arqueológicos. El sitio más al sur es Pisila y el de más al norte es San Marcos. Todos los sitios están entre la quebrada San Miguel, al sur, y la quebrada San Marcos al norte; exceptuando Pisila, que está a unos 1,550 msnm. Todos los sitios en el valle están a menos de 700 msnm (Ver figura 2).

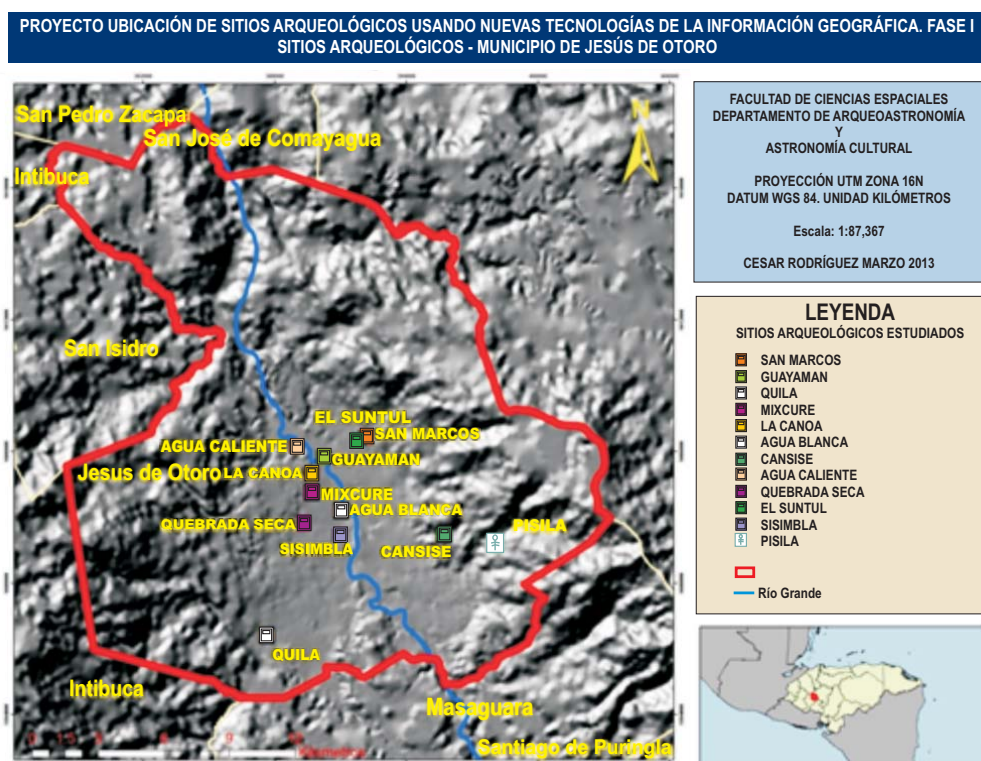
Además del informe bastante completo del trabajo de campo de Cruz Castillo (2004), también se logró información de Inestroza (2007) y de McFarlane y Stockett

(2006). Estos datos bibliográficos permitieron apoyar y corroborar nuestro trabajo durante la visita al área de estudio.

La visita al valle de Otoro se extendió por cuatro días únicamente, incluyendo el tiempo de viaje de ida y de regreso, lo que abarcó aproximadamente unas cuatro horas y media de esos cuatro días. En algunos de estos días fue necesario cortar el trabajo de campo temprano, debido a las lluvias. La gira tuvo el siguiente itinerario:

- 29 de mayo: Agua Caliente y Quebrada Seca
- 30 de mayo: Sinsimbla, Agua Blanca, Mixcure, La Canoa y Tatumbula
- 31 de mayo: San Marcos, Guayamán, El Suntul, Cancise y Quila
- 1 de junio: Pisila (Ver figuras 3 y 4)

Figura 2. Detalle de la ubicación de los sitios arqueológicos registrados en el municipio de Jesús de Otoro, valle de Otoro, Intibucá



Fuente: Elaboración propia, datos SINIT

Figura 3. Sitio San Marcos



Estructura principal de unos 16 metros de altura, obsérvese el canto de río de la estructura utilizado para la elaboración de un cerco perimetral.

Figura 4. Estructura principal de Guayamán (G-1)



Al igual que en San Marcos, el canto de río de las estructuras fue utilizado para la elaboración de un cerco perimetral.

Astronomía de posición

En la búsqueda de alineamientos en arqueoastronomía es preciso encontrar la ubicación en la esfera celeste de un astro en particular, para relacionarlo con un objeto en la Tierra, esta posición se determina mediante coordenadas polares o esféricas, pues están ubicados los astros sobre una esfera celeste de radio imaginario en donde las distancias son arcos y no rectas.

Para las coordenadas esféricas es necesario definir algunas referencias, por ejemplo un círculo básico máximo; uno horizontal, el ecuador celeste, que es la proyección del ecuador terrestre para las declinaciones y a partir del cual se trazarán otros secundarios paralelos y otros verticales a él. Perpendicular al plano de este círculo se traza una vertical que corta la esfera en dos puntos, los polos, y que marca el punto de origen de las coordenadas.

El sistema de coordenadas celestes que se adapta a la búsqueda de alineaciones por medio de coordenadas geográficas encontradas mediante GPS es el altacimutal o sistema de coordenadas horizontales, que es un sistema de coordenadas topocéntrico horizontal, con punto de referencia en el lugar geográfico del observador sobre la superficie terrestre. Las coordenadas horizontales serán, entonces, el acimut y la altura (Contell, et al, 2006).

RESULTADOS: ANÁLISIS DE DATOS, CARTOGRAFÍA Y ALINEAMIENTOS

Uso de sistemas de información geografía (SIG)

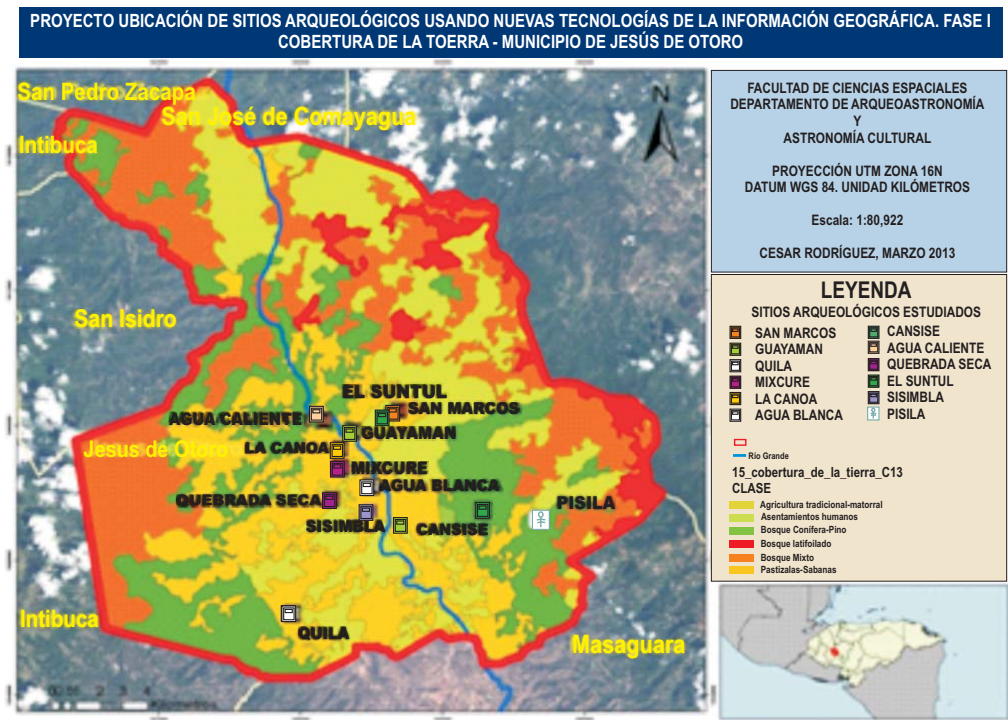
Primero se definió la ubicación geográfica y categorías arqueológicas de los sitios investigados, específicamente en los límites del municipio de Jesús de Otoro, departamento de Intibucá. Sobresale la gran cantidad de sitios de categoría principal (5) distribuidos en el área de estudio, acompañados de sitios arqueológicos con categorías 3 y 4, así como petrograbados. Lo anterior demuestra la gran importancia social y económica del área en la antigüedad y da razones suficientes para realizar estudios futuros (arqueológicos, antropológicos, arqueoastronómicos); en consecuencia, por ahora es importante velar por su conservación.

Es importante considerar cómo está cambiando la cobertura de tierra de la cuenca del valle. En la investigación: Análisis multitemporal de la cobertura de la tierra en la cuenca del valle de Jesús de Otoro entre los años 2000-2006 (Sánchez, 2009), se demuestra el avance agrícola sobre el área entre los años, sobre todo por guamiles y café, lo que aumenta la presión para los yacimientos arqueológicos, especialmente

porque la mayoría se encuentra cerca de zonas pobladas e intervenidas por cultivos, lo que pone en peligro su existencia ante el avance de las actividades antropogénicas en la zona.

Esto se comprueba al revisar las imágenes que se presentan en el presente estudio de los diferentes yacimientos arqueológicos estudiados, ya que se notó en los sitios la gravedad de la situación durante la visita de campo hecha por el equipo de investigación del proyecto (Ver figura 5).

Figura 5. Detalle de los sitios arqueológicos registrados en el municipio de Jesús de Otoro, valle de Otoro, Intibucá y su relación con la cobertura del suelo



Fuente: Elaboración propia, datos SINIT.

Sobre estos sitios, McFarlane y Stockett (2007) señalan que: “En general, son conservados muy pobremente; el saqueo en las estructuras grandes es común y la mayoría de las estructuras no monumentales fueron destruidas para crear campos de agricultura”.

Lo anterior condujo a elaborar, además de la cartografía de ubicación de los sitios

arqueológicos en el área de estudio y sus categorías arqueológicas, cartografía adicional en la cual se presenta la vulnerabilidad por amenazas (antropogénicas y naturales) a la conservación del patrimonio cultural precolombino en esta zona.

Se presentan mapas de vulnerabilidad por centros poblados alrededor de los yacimientos arqueológicos, por riesgo de inundaciones y deslizamientos. Se evidencia que la mayoría de los sitios investigados son vulnerables a todas o alguna de las amenazas a su conservación. Imágenes y fotografías aéreas de la zona de estudio enriquecen la base de datos de la investigación, estando disponibles para una segunda fase de investigación (Ver figura 6).

Figura 6. Detalle de los sitios arqueológicos registrados en el municipio de Jesús de Otoro, valle de de Otoro, Intibucá y su clasificación arqueológica



Fuente: Elaboración propia, datos SINIT.

Categorías: 5 en morado, 4 en amarillo, 3 en blanco, 1 en rojo y Categoría especial en verde.

Los cuadros 1, 2 y 3 resumen los análisis de los datos de campo referentes a los sitios arqueológicos del valle de Otoro, estudiados durante la investigación y aportes de otras investigaciones relacionadas.

Cuadro 1. Lista descendente de los sitios arqueológicos del valle, según su categoría

No.	Sitio arqueológico	Categoría	Total
1	Agua Blanca	5	
2	Mixcure	5	
3	Sisimbla	5	
4	Agua Caliente	5	6
5	San Marcos	5	
6	Guayamán	5	
1	Quila	4	2
2	Quebrada Seca	4	
1	Naranjo	3	
2	La Canoa	3	3
3	Suntil	3	
1	Cancise	1 posible	1
1	Pisila	Petrograbados	1
1	Tatumbla	Colonial	1
Total			14

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Sitios arqueológicos del valle de Otoro

No.	Sitio arqueológico	UTM, según Cruz Castillo	UTM, según nuestro proyecto	Margen río Grande de Otoro	Orientación		Categoría
					Cruz	Veliz	
1	Quila	No datos	387638 1597592	Izquierda	EO	EO	4
2	Tatumbla	N1601300 E389500	No datos	Izquierda	NE	NE	Colonial
3	Sinsimbla	N1602200 E391200	390948 1602205	Izquierda	NO	NO	5
4	Naranjo	N1602800 E390750	No datos	Izquierda	No fue visitado	No fue visitado	3
5	Agua Blanca	No datos	391013 1603270	Izquierda, entre Q. Mixcure y Agua Blanca	NO	NO	5
6	Mixcure	N1603300 E390000	389674 1604096	Izquierda, izq. Q. Mixcure	NO	NO	5
7	La Canoa	N1604600 E390650	389678 1604973	Izquierda	NO	NO	3

No.	Sitio arqueológico	UTM, según Cruz Castillo	UTM, según nuestro proyecto	Margen río Grande de Otoro	Orientación		Categoría
					Cruz	Veliz	
8	Agua Caliente	N1606650 E388980	389002 1606224	Izquierda	NNO	NNO	5
9	Quebrada Seca	N1606950 E388150	389308 1602703	Izquierda, izq. Q. seca	NNO	NNO	4
10	San Marcos	N1606550 E392050	392163 1606645	Derecha, izq. Q. San Marcos	NE	NE	5
11	Suntul	N1605900 E391400	391865 1606559	Derecha, izq. Q. San Marcos	NO	NO	3
12	Guayamán	No datos	390242 1605738	Derecha, izq. Q. San Marcos	-	NE	5
13	Cansise	No datos	395707 1602193	Derecha	-	-	1 posible
14	Pisila	No datos	398040 1601818	Derecha, izq. Q. Santa Cruz	NO	NO	Especial

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Análisis de las coberturas de tierra de la cuenca del valle de de Otoro, 2000-2006

Coberturas	Clasificación año 2000		Clasificación año 2006		Diferencias
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Bosque latifoliado	23,742	13.53	24,173	13.78	+431
Bosque coníferas denso	24,893	14.19	23,803	13.57	-1,090
Bosque coníferas ralo	13,460	7.67	16,560	9.44	+3,100
Guamiles o café	36,988	21.8	39,098	22.28	+2,110
Matorral	22,855	13.03	25,156	14.34	+2,301
Arbustos-pastos o cultivos	53,028	30.22	46,211	26.34	-6,817
Urbano o suelos desnudos	240	0.14	205	0.12	-35
Cuerpos de agua	224	0.13	224	0.13	0
Totales	175,430	100	175,430	100	00.00

Fuente: Sánchez, 2009

Alineaciones astronómicas de las principales edificaciones del valle de Otoro con respecto a las salidas y puestas de Sol en el solsticio de verano e invierno

Al revisar estrictamente los resultados, en su mayoría no se encontró relación exacta de alineamientos con las orientaciones de las estructuras de los diferentes sitios del valle de Otoro con eventos del Sol, como el solsticio de invierno o de

verano, a excepción del lado 3-2 y 2-3 del sitio Guayamán A (base de la estructura), cuyo error es 0° y coinciden con SSV y PSI satisfactoriamente.

Como se observa en el cuadro 4, resaltan los recuadros de la columna de valores absolutos menores con valores de 1.08° hasta 6.02° . Los sitios que tienen suficientes datos para comparar y al menos uno de los lados de la estructura se aproxima al acimut del Sol en la SSV y PSI con una diferencia cercana a los cinco grados, en los que posiblemente exista una relación de orientación al calcular el acimut tomando en cuenta el valor real de la altura del horizonte para cada uno de esos sitios arqueológicos, como el caso de San Marcos que muestra aproximaciones en alineamientos por los valores cercanos a cero, sin embargo, el lado 2-3 (5.41 a 5.88° de acimut) y el lado 4-5 (1.55° a 1.08 de acimut) por sus valores se muestra que no son lados paralelos; en el resto de lados de las estructuras la diferencia observada en la diferencia de acimut es mucho mayor.

Los sitios que tienen suficientes datos para comparar y al menos uno de los lados de la estructura se aproxima al acimut del Sol en la SSV y PSI con una diferencia cercana a los cinco grados. En el resto de lados de las estructuras la diferencia observada es mucho mayor.

Acimut de las estructuras y del Sol

Para cada sitio arqueológico del valle de Otoro se eligió la estructura más representativa del grupo en cuanto a dimensiones, tomando las coordenadas geográficas de los vértices de las bases de las edificaciones seleccionadas para luego convertirlas a latitud y longitud. Fue necesaria la depuración de coordenadas eligiendo las estructuras de los sitios de los que se tenían datos precisos y suficientes que permitieran realizar el análisis arqueoastronómico con respecto a los solsticios de verano e invierno (Ver cuadro 4).

Cuadro 4. Coordenadas geográficas y ángulos acimutales de los sitios del valle de Jesús de Otoro y ortos y ocasos solsticiales solares

Aplicación de las fórmulas para alineamientos en el valle de Otoro							
Sitio/ estructura	Lado de la estructura	Fuente: Bertilio Amaya, GPS Mobile Mapper 6, marca Magellan		Acimut para cada lado de la estruc- tura	*	Acimut sol	Valor absoluto de la diferencia en grados entre la orientación de los puntos y el ángulo de referencia
		Latitud	Longitud				
La Canoa	Acimut 3 desde 2=	14.5158411 1	88.01881222	70.37465867	SSV	65.490353	4.88
	Acimut 2 desde 3=			250.3747277	PSI	245.963217	4.41
	Acimut 4 desde 3=	14.5159361 1	88.01853703	156.7580662	SSI	114.036783	42.72
	Acimut 3 desde 4=			336.7580885	PSV	294.509647	42.25
	Acimut 5 desde 4=	14.5157355 6	88.01844806	260.1251204	PSI	245.963217	14.16
	Acimut 4 desde 5=			80.12505304	SSV	65.490353	14.63
	Acimut 5 desde 2=	14.5156902 8	88.01871667	148.4791877	SSI	114.036783	34.44
	Acimut 2 desde 5=			328.4792116	PSV	294.509647	33.97
Guayamán A	Acimut 2 desde 1=	14.5225861 1	88.01826861	153.514768	SSI	114.038441	39.48
	Acimut 1 desde 2=			333.514807	PSV	294.511880	39.00
	Acimut 3 desde 2=	14.5222838 9	88.01811306	65.9589202	SSV	65.48120	0.48
	Acimut 2 desde 3=			245.959012	PSI	245.961559	0.00
	Acimut 4 desde 3=	14.5224413 9	88.01774833	327.250137	SSV	65.488120	261.76
	Acimut 3 desde 4=			147.250089	SSV	114.038441	33.21
	Acimut 4 desde 1=	14.5227336 1	88.01794250	64.956399	SSI	245.961559	-181.01
	Acimut 4 desde 1=			244.956481	PSI	65.488120	179.47
Guayamán B	Acimut 7 desde 6=	14.5225427 8	88.01810361	139.144263	SSV	114.038441	25.11
	Acimut 6 desde 7=			319.14429	SSI	294.511880	24.63
	Acimut 8 desde 7=	14.5224202 8	88.01799417	71.5040517	PSV	65.488120	6.02
	Acimut 7 desde 8=			251.504086	PSI	245.961559	5.54
	Acimut 5 desde 8=	14.5225861 1	88.01826861	309.649294	PSV	294.511880	15.14
	Acimut 8 desde 5=			129.649257	SSI	114.03844	15.61
	Acimut 6 desde 5=	14.5222838 9	88.01811306	66.3091294	PSI	245.961559	-179.65
	Acimut 5 desde 6=			246.309154	SSV	65.488120	180.82

Aplicación de las fórmulas para alineamientos en el valle de Otoro							
Sitio/ estructura	Lado de la estructura	Fuente: Bertilio Amaya, GPS Mobile Mapper 6, marca Magellan		Acimut para cada lado de la estruc- tura	*	Acimut sol	Valor absoluto de la diferencia en grados entre la orientación de los puntos y el ángulo de referencia
		Latitud	Longitud				
Agua Blanca	Acimut 3 desde 2=	14.5010497 2	88.01071000	160.189	PSI	245.963217	-85.77
	Acimut 2 desde 3=			340.189	SSV	65.490353	274.70
San Marcos	Acimut 3 desde 2=	14.5306861 1	88.00033194	60.07958188	SSV	65.488120	-5.41
	Acimut 2 desde 3=			240.079693	PSI	245.961559	-5.88
	Acimut 4 desde 3=	14.5309327 8	87.99988917	216.386632	PSV	294.511880	-78.13
	Acimut 3 desde 4=			396.3866863	SSI	114.03841	282.35
	Acimut 5 desde 4=	14.5312166 7	88.00010528	244.4088048	PSI	245.961559	-1.55
	Acimut 4 desde 5=			64.4086937	SSV	65.488120	-1.08
	Acimut 5 desde 2=	14.5310113 9	88.00054806	212.7465344	PSV	294.511880	-81.77
	Acimut 2 desde 5=			392.7465886	SSI	114.038441	278.71
Mixture	Acimut 3 desde 2=	14.5071216 7	88.02476611	157.064	SSV	65.490353	91.57
	Acimut 2 desde 3=			337.064	PSI	245.963217	91.10
	Acimut 4 desde 3=	14.5068236 1	88.02463583	244.3556417		294.509647	-50.15
	Acimut 3 desde 4=			64.3554	SSI	114.036783	-49.68
	Acimut 5 desde 4=	14.5066422 2	88.02502611	336.0687	PSI	245.963217	90.11
	Acimut 4 desde 5=			156.0686	SSV	65.490353	90.58

Fuente: Elaboración propia.

Aparecen los cálculos de la salida del Sol en el solsticio de verano (SSV), puesta del Sol en el solsticio de invierno (PSI), puesta del Sol en el solsticio de verano (PSV) y la salida del Sol en el solsticio de invierno (SSI) y la columna en la que se lee la diferencia entre la orientación de los puntos por cada lado de la edificación y el ángulo de referencia o acimut del Sol que determinará la posibilidad de alineamientos con los eventos solares ya mencionados.

CONCLUSIONES GENERALES

1. En general, todos los sitios visitados en esta gira muestran características similares que van de acuerdo con su categoría, es decir, los sitios categoría 5 muestran casi los mismos patrones (estructuras montadas en plataformas grandes de forma piramidal, elaboradas con canto de río, con un patio principal rodeado de estructuras menores, alineadas por lo general noreste o noroeste y con un patrón en forma de C y así sucesivamente. Llama poderosamente la atención la concentración de los sitios arqueológicos en el valle, lo que sugiere que en algún período de su cronología pudo haber existido una gran riqueza, tal como se nota en la actualidad con la actividad agrícola y ganadera; consecuentemente, todavía falta mucha investigación de índole arqueológico, etnohistórico e histórico por realizarse en el lugar, desde el campo de la arqueoastronomía se brinda este acercamiento al saber de estos antiguos pueblos que habitaron dicho valle, lo que puede ser la punta de la lanza hacia el resto de los campos del saber anteriormente mencionados.
2. Se espera que los resultados sirvan de apoyo a los docentes del Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural en la impartición de la asignatura optativa: Introducción a la Arqueoastronomía. De esa manera, tanto profesores como estudiantes se estarán beneficiando y compartiendo conocimientos recientes sobre Arqueología, Arqueoastronomía y las técnicas más recientes que se aprovechan en estos campos del saber.
3. Es por tal razón que el objetivo era ubicar sitios arqueológicos en hojas cartográficas y en SIG. En una etapa posterior de este proyecto, se aprovechará la información sobre la ubicación de estos sitios arqueológicos para analizar las imágenes satelitales que cubren distintas zonas y encontrar las características de los píxeles que representan a esos sitios arqueológicos.
4. La relación puede ser entre monumentos de un sitio arqueológico y sitios arqueológicos. La ubicación exacta de los distintos sitios arqueológicos y los planos exactos de esos sitios pueden ayudar a encontrar más fácilmente y con mayor precisión esas relaciones.
5. Si algunos de los objetivos de la Arqueoastronomía son comprobar que nuestros antepasados tuvieron razones para ubicar y orientar sus obras arquitectónicas tal como lo hicieron, conocer la relación de monumentos entre sí, con los astros y también la relación entre sitios arqueológicos con esos mismos astros, entonces es necesario conocer tanto la ubicación como la orientación exactas de esos monumentos y de esos sitios arqueológicos.
6. Con los resultados también se estará contribuyendo con el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH) en la conformación del atlas arqueológico,

proyecto en ejecución desde hace ya varios años. El IHAH es la institución gubernamental encargada y responsable de todos los bienes culturales del Estado y con quien tiene que hacerse los arreglos pertinentes para poder trabajar en cualquier zona, sitio arqueológico o cultural.

7. Está muy comprobado que al turista moderno le interesa mucho la naturaleza, además de lo cultural; razón por la cual en esta investigación se proyectan ambos aspectos. Por un lado, está la parte natural que se refleja en el conocimiento y aprovechamiento de los astros y, por otro, tenemos los restos culturales cuyo significado completo se profundiza buscando y demostrando su relación con los astros.
8. En uno de los sitios, Guayamán, hay una sutil relación de los lados de las estructuras con la salida del Sol en el solsticio de verano y con la puesta del Sol en el solsticio de invierno; de manera que posiblemente los emplazamientos de las estructuras se colocaron en una orientación aproximada, lo que demuestra un conocimiento astronómico en la cultura. Para los sitios cuyos lados tienen valores entre 1 y 6° de acimut, posiblemente exista alineamiento si se considera la altura del horizonte. Para el resto de lados la diferencia del valor del acimut es bastante grande, por lo que se descarta toda posibilidad de alineamientos al menos relacionados con salidas y puestas del Sol en solsticios y equinoccios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aveni, Anthony. (1981). *Observadores del cielo en el México antiguo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Campana, Stefano y Forte, Maurizio. (2006). *2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology: Proceedings of the 2nd International Workshop*. Rome: CNR.
- Contell, Marina; Gil Piqueras, Teresa; Cortés Alcocer, Paz y Serra Lluch, Juan. (2006). El levantamiento topográfico y arquitectónico. *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala*. Guatemala: Universidad Politécnica de Valencia.
- Cruz Castillo, Oscar Neill. (2004). Patrón de asentamiento prehispánico en el valle de Jesús de Otoro. *VIII Seminario de Antropología Hondureña*. Tegucigalpa.
- Hawkins, Gerald. (1965). *Stonehenge Decoded*. Nueva York: Doubleday.
- Inestroza, Jesús Evelio. (2007). Jurla en el Valle de Otoro. Historia de Jesús de Otoro y de los pueblos antiguos del valle (1536-2007). Tegucigalpa: Multigráficos Flores.

- Lyons, Thomas R. y Frances, Joan Mathien. (1980). *Cultural Resources Remote Sensing*. National Washington D.C.: Park Service y Universidad de Nuevo México en Albuquerque.
- McFarlane, Williams y Stockett, Miranda. (2007). Proyecto arqueológico Jesús de Otoro. Informe 2007. Recuperado de: <http://scholarspace.jccc.edu/pado/1>
- Pineda de Carías, María Cristina; Véliz, Vito y Agurcia Fasquelle, Ricardo. (2002). Acerca de las observaciones del Sol realizadas en la Gran Plaza del Parque Arqueológico de Copán Ruinas, Honduras. *Yaxkin*, XXI, 15-44. Tegucigalpa.
- Pineda de Carías, María Cristina; Véliz, Vito y Agurcia Fasquelle, Ricardo. (2002a). El grande y complejo plan de 18 Conejo para la construcción de la Plaza del Sol del Parque Arqueológico de Copán, Honduras. *Revista IHAH, Edición Conmemorativa del Instituto Hondureño de Antropología e Historia*, 126-134. Tegucigalpa.
- Rejas Ayuga, Juan Gregorio. (2008). *Desarrollo en nuevas tecnologías para la protección y preservación del patrimonio cultural y hábitats humanos de Honduras*. Proyecto: PCI-AECID No. A/019450/08.
- Sánchez, Alexis. (2009). Análisis multitemporal de la cobertura de la tierra en la cuenca del Valle de Jesús de Otoro entre los años 2000 – 2006, aplicando técnicas de teledetección. Tesis. UNAH. Tegucigalpa.
- Véliz, Vito. (1983). Síntesis histórica de la arqueología en Honduras. *Yaxkin*, (VI)1 y 2, 1-8, Tegucigalpa.
- Véliz, Vito. (2010). *Arqueología de las zonas de estudio de un proyecto de teledetección en la República de Honduras*. FACES-UNAH. Tegucigalpa.
- Véliz, Vito; Corrales, Rafael y Castellanos, Yeny. (2009). *Proyecto teledetección: informe de avance*. FACES-UNAH. Tegucigalpa.

Comparación de tres metodologías para la captación de sulfitos en camarones tratados con metabisulfito de sodio

Edgar Osiris Carranza Espinal¹

RESUMEN

La industria acuícola en la zona sur pretende incrementar la comercialización de camarón entero en los mercados norteamericano y europeo, castigando fuertemente los camarones con melanosis o con residuos de sulfitos superiores a 100 ppm, respectivamente.

La melanosis consiste en el desarrollo de una coloración negruzca en el exoesqueleto del camarón. El metabisulfito de sodio (MBS) inhibe la formación de melanosis. Para detectar residuos de sulfitos en camarones tratados con MBS se emplean los métodos de cintas colorimétricas, titulación con iodometría y titulación con Monier-Williams (M-W).

Los objetivos del estudio fueron evaluar los métodos para detectar sulfitos en camarones tratados con MBS y determinar la cantidad de sulfitos detectados con el procedimiento M-W a diferentes tiempos de destilación.

Se seleccionaron camarones de un estanque de producción, según las características de textura del exoesqueleto, que fueron sometidos a baños de 0.5 % y 1.0 % de MBS. También se determinaron las concentraciones de sulfitos y el desarrollo de melanosis durante ocho semanas de almacenamiento a -18°C.

El método de cintas colorimétricas no tiene precisión para detectar sulfitos en los camarones, el método M-W detectó más sulfitos que la iodometría ($P < 0.004$). Se encontraron correlaciones altamente significativas con el método M-W entre los sulfitos detectados después de cada tiempo de destilación ($P < 0.001$). Los camarones tratados con MBS mostraron una reducción de sulfitos a lo largo de ocho semanas de almacenamiento ($P < 0.04$).

El método M-W mostró ser el más preciso en la detección de sulfitos. Según los resultados del ensayo, se puede acortar el tiempo de destilado en el método M-W para detectar adecuadamente los residuos de sulfitos en el camarón. Los

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico, Departamento de Acuicultura y Biología Marina. Correo electrónico: edgar.carranza@unah.edu.hn

camarones tratados con MBS presentaron menos melanosis ($P < 0.02$) que los no tratados durante ocho semanas de congelamiento.

Palabras clave: Cintas cintas colorimétricas, iodometría, MBS, melanosis, Monier-Williams.

ABSTRACT

The aquaculture industry in southern aims to increase the marketing of whole shrimp in North American and European markets, strongly punishing shrimp with melanosis or higher sulfite residues 100 ppm, respectively.

Septoria involves developing a black discoloration in the exoskeleton of shrimp. Sodium metabisulfite (MBS) inhibits the formation of melanosis.

For residues of sulfites in shrimp treated with MBS tapes employ colorimetric methods, titration and titration iodometrically Monier-Williams (MW).

The objectives of the study were to evaluate methods to detect sulfites in shrimp treated with MBS and determine the amount of sulfites detected with the procedure MW at different times distillation.

Were selected from a pond shrimp production as texture features of the exoskeleton who underwent 0.5 % baths and 1.0 % of MBS. The concentrations of sulfites and melanosis development for eight weeks of storage at -180C.

The tape method is not accurate colorimetric detection sulfites shrimp the MW method that sulfites detected more iodometrically ($P < 0.004$). Highly significant correlations were found with MW between sulfites method detected after each distillation time ($P < 0.001$). MBS shrimp treated with sulfites showed reduced along eight weeks of storage ($P < 0.04$).

MW method was shown to be more accurate in the detection of sulfites. According to the test results can shorten the time of distillate in the method for detecting MW sulfite waste properly in shrimp. The MBS-treated shrimp melanosis had fewer ($P < 0.02$) than untreated freezing for eight weeks.

Keywords: Tapes colorimetric iodometrically, MBS, melanosis, Monier-Williams

INTRODUCCIÓN

El camarón cultivado en Honduras constituye el tercer rubro de exportación más importante, con 211 millones de dólares al año y genera alrededor de 35,000 empleos directos (Andah, 2012).

Esta industria comercializa camarón cola y el camarón entero en los mercados de Norteamérica y Europa, producto que debe ser de alta calidad, ya que se castiga fuertemente el valor y la aceptación por los consumidores del camarón con presencia de melanosis.

La melanosis consiste en una coloración negruzca sobre la cutícula del camarón, que se produce por la reacción enzimática de la polifenol oxidasa (PFO) (Ragan, 2011). La melanosis se presenta en todas las especies de camarones.

La PFO se activa de 18 a 20 horas después del muerte del camarón (Traister, 2011). La melanosis se extiende sobre el camarón desde la cabeza hasta la cola, ramificándose por las extremidades.

Para que se desarrolle melanosis debe existir la PFO y un ambiente con alto pH alto, una alta temperatura y la exposición a la luz y el oxígeno molecular pueden reducir la incidencia de melanosis controlando estos factores (Otell, Garrido, Garrido & Berner, 2010). La melanosis se considera como una mancha y no como una alteración bacteriana que puede perjudicar la salud humana (Córdova, 2010).

La industria camaronera utiliza el descabezado y el tratamiento de frío para evitar la melanosis (Avdalov, 2009). El descabezado consiste en la eliminación manual del cefalotórax que contiene órganos internos y enzimas digestivas del camarón. El tratamiento de frío retarda la actividad de la PFO, pero no previene la melanosis (Miget, 2010).

El descabezado representa un mayor costo de producción porque tiene un valor menor en el mercado internacional que el camarón entero, aunque la mayor demanda es hacia el camarón sin cabeza (Soto, 2012).

El camarón entero tiene un mayor valor comercial, los costos de producción son menores y para prevenir la melanosis, los camarones son tratados con metabisulfito de sodio (MBS) durante la cosecha (Avdalov, 2009). El MBS es utilizado en la industria alimenticia como conservador de frutas, verduras, carnes, mariscos y alimentos conservados (Dengate, 2012). Su fórmula química es

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, tiene un pH de 3.5 -5.0 y una solubilidad en agua de 470 gramos por litro a 20 grados centígrados 200C. En los camarones tratados con MBS se inhibe la enzima de la PFO responsable del desarrollo de la melanosis (Jegtvin, 2013).

Los productores, al cosechar camarones enteros, reciben un baño con MBS, controlando así la concentración del MBS, la temperatura y el tiempo de inmersión. En la industria camaronera la metodología tradicional de inmersión en MBS para el tratamiento de camarón entero consiste en la preparación de una solución con 100 kilogramos de MBS en 500 litros de agua a temperatura ambiente en tanques o pilas, si se quiere alcanzar concentraciones de sulfitos pretende con diluciones de sulfitos en el tejido del camarón, de acuerdo al reglamento vigente en el mercado europeo (Avdalov, 2009).

Actualmente, los mayores agroexportadores de camarón cultivado disponen de metodologías para preservar el camarón entero, lo que involucra baños en una solución de MBS. El producto cosechado es colocado en recipientes de 1000 litros con agua a una solución del 3 % de MBS y con una temperatura inferior a 5°C. El baño dura 30 segundos. El producto es depositado en otro recipiente hermético de 1000 litros, llenos con agua, hielo y preparados con una solución del 0.5 % de MBS (Otwell, Garrido, Garrido & Berner, 2011). Los camarones cosechados son transportados a la planta de procesamiento en esos recipientes.

Desde el estanque cosechado a la planta de empaque, el camarón absorbe MBS durante un promedio de 6 a 12 horas. Este manejo permite obtener concentraciones de 100 ppm de MBS en el tejido del camarón al momento de su consumo, que son aceptadas por la Food and Drug Administration (USFDA) y por el Consejo de la Unión Europea (Otell, 2010).

Las concentraciones de sulfitos en el tejido del camarón son determinadas a través de métodos estándares de laboratorio: M-W, Kjeldahl, ilodometría y las cintas colorimétricas. El método M-W es el más preciso, pero requiere más tiempo para analizar una muestra, el equipo es complejo y los reactivos químicos son más costosos que los otros métodos. El método Kjeldahl permite analizar a través de la destilación una o más muestras al mismo tiempo, es más económico que el M-W, aunque es menos preciso (Cárcamo, 2012).

El procedimiento de ilodometría consiste en la titulación de una muestra de camarón macerada; es rápida y sirve para mantener la concentración adecuada del MBS durante el proceso (Álvarez, 2000). Las cintas colorimétricas determinan a nivel de campo las concentraciones presuntivas de sulfitos en el camarón; la cinta es

sumergida en la concentración o el tejido con sulfito y la tonalidad de color indica la concentración de sulfito (Cárcamo, 2012).

Sin embargo, aunque se usan estas metodologías, se carece de un estudio que las compare en cuanto a su precisión para detectar residuos de sulfitos en camarones enteros tratados con metabisulfito de sodio para la industria acuícola de la zona sur, de modo que se optimice el manejo de concentraciones de sulfitos para el tratamiento de los camarones en la cosecha.

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar tres metodologías de laboratorio para detectar de los residuos de sulfitos (SO_2 -) en camarones enteros tratados con dos concentraciones de metabisulfito de sodio en función al del tiempo de almacenamiento para optimizar el manejo de los sulfitos durante el procesamiento del camarón entero.

Objetivos específicos

1. Observar la cantidad de residuos de sulfitos detectada en camarones tratados con MBS utilizando el método de Monier-Williams con tres tiempos diferentes de destilación.
2. Observar el desarrollo de la melanosis en camarones enteros tratados con MBS en función del tiempo de almacenamiento a 18 grados centígrados bajo cero.

METODOLOGÍAS

Entorno

El estudio se realizó en el laboratorio de microbiología de La Empacadora San Lorenzo, ubicado en el municipio de San Lorenzo, Valle. Los camarones fueron tratados con dos concentraciones de MBS en la cosecha de camarón entero, en una finca camaronera ubicada en el departamento de Choluteca.

Diseño

Se obtuvieron 11 kg de camarones vivos, con un peso promedio de 10.6 gramos, de

un estanque de producción. La selección del estanque para obtener los camarones se realizó a partir de las características de textura del exoesqueleto establecidas para la cosecha comercial de camarón entero, las que están definidas en cinco categorías que son: muda (M), blando 3 (B3), blando 2 (B2), blando 1 (B1) y duro (D). Una cosecha comercial de camarón entero debe contar con los niveles de textura de 6 % M, 9 % B3, 15 % B2, 25 % B1 y 60 % D (ver anexo 1).

La muestra recolectada de camarones se dividió en tres submuestras. La primera fue de 2 kg y no recibió ningún tratamiento de MBS, las otras dos fueron de 4.5 kg cada una y fueron tratadas con MBS, que consistió en un baño de 30,000 ppm de MBS durante 30 segundos. Para preparar el baño se usaron, dentro un recipiente, 72 litros de agua con hielo hasta alcanzar una temperatura inferior a 5 °C y se adicionó 2.16 kg de MBS.

Los camarones tratados se almacenaron en porciones iguales en dos hieleras de 0.20 metros cúbicos y se distribuyó en tres capas uniformes de camarones y hielo. Se agregaron soluciones de MBS de 1.0 % y 0.5 % a cada hielera, manejando una porción de hielo, una porción de camarón y dos porciones de la solución de MBS.

El hielo se colocó en bolsas plásticas para evitar el contacto con la solución de MBS, el agua del hielo contenía hipoclorito de sodio y este inactiva los iones de azufre del MBS. Las submuestras de las hieleras se dividieron en tres porciones y se almacenaron a -18 °C en un cuarto frío de la Planta Empacadora San Lorenzo.

Para desarrollar el estudio se hicieron siguieron las siguientes etapas: (1) comparación de tres métodos de detección de residuos de sulfitos (SO_2 -) en función del tiempo de almacenamiento; (2) determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método Monier-Williams; y (3) determinación del grado de desarrollo de melanosis en los camarones durante ocho semanas de almacenamiento.

Comparación de tres métodos de detección de residuos de sulfitos (SO_2 -) en función del tiempo de almacenamiento

Se compararon los residuos de sulfitos detectados con los métodos de las cintas colorimétricas, iodimetría (IM) y M-W en muestras de camarón tratados con 0.5 % y 1 % MBS. Se realizaron cuatro repeticiones por cada método de detección de sulfitos y se evaluaron los residuos a las semanas 1, 6 y 8 después del tratamiento de MBS.

Se revisaron 150 gramos de camarón por cada réplica y por cada tratamiento de MBS. Con el método de cintas colorimétricas se hizo la evaluación de residuos de sulfitos en las branquias del camarón. La detección de sulfitos consiste en comparar el color de la banda colorimétrica con la escala presuntiva de concentraciones de sulfitos que son de 0, 10, 40, 80, 180 y 400 ppm.

Con el método de iodometría se utilizaron 150 gramos de muestra para cada detección de sulfitos, el método consiste en macerar el camarón con MBS para liberar los sulfitos retenidos en el tejido del camarón. Del tejido macerado se extraen 10 mililitros a los que se adiciona ácido clorhídrico, solución de almidón y yodo (63N). La solución de yodo se aplica hasta obtener un color azul oscuro en la solución.

El ácido clorhídrico dispone a los sulfitos para que reaccionen con el yodo, depende de la cantidad de los residuos de sulfitos. Al consumirse los sulfitos, el yodo reacciona con el almidón generando la coloración azul que indica el final de la titulación (Cárcamo, 2012).

Con el método de M-W se utilizaron 100 gramos de camarón para cada unidad de análisis del experimento, el método consiste en una destilación del tejido del camarón para liberar los sulfitos del tejido y la muestra de camarón es titulada con hidróxido de sodio para determinar la concentración de sulfitos en ppm al final del proceso. El tejido de camarón es ingresado en un balón separador adicionando agua destilada, ácido clorhídrico y alcohol etílico, los cuales desnaturalizan el tejido y liberan los sulfitos.

La muestra es calentada a 100 °C durante 125 minutos, demorando 20 minutos para llegar a la ebullición; este proceso se desarrolla en un ambiente libre de oxígeno, el cual es sustituido por nitrógeno puro para evitar que los sulfitos liberados reaccionen con el oxígeno y no sean detectados. Los sulfitos libres son conducidos del balón separador hasta la trampa de sulfitos donde son capturados. Después de 105 minutos de ebullición se retira el líquido de la trampa de sulfitos y se titula con el hidróxido de sodio para calcular la concentración de sulfitos detectados en la muestra.

Determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método M-W

Para reducir el tiempo de destilación con el método de M-W, se detectaron residuos de sulfitos a los 35, 70, 90 y 105 minutos de destilación. Se usaron cuatro repe-

ticamente para cada tiempo de destilado y cada muestra de camarón tratado con MBS. Cada muestra consistió en tejido abdominal de camarón cortado en varios pedazos, siendo de 50 gramos el peso de la muestra analizada.

Grados de desarrollo de la melanosis

En el grado de desarrollo de melanosis en los camarones enteros tratados con 0.5 % y 1.0 % de MBS y camarones sin MBS almacenados a -18 °C, se evaluó la presencia de melanosis a la primera, sexta y octava semana después de la cosecha. En cada evaluación se observaron 100 camarones por cada tratamiento (0.5 % y 1.0 % de MBS y sin MBS). Se usó la escala de melanosis en 0 a 10 grados desarrollada por Otwell y Marshall (1986) (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de desarrollo de melanosis en camarones y grado de aceptabilidad del mercado

Grados de melanosis	Grados	Aceptabilidad
0 2 4	1	Producto aceptable
6 8	2	Producto devaluado
10	3	Producto no aceptables

Fuente: Otwell y Marshall, University of Florida, 1986.

Los grados de melanosis se clasifican en:

- 0 melanosis ausente
- 2 melanosis suave en rostrum y urópodos
- 4 melanosis suave en rostrum, uropódosuropodos, cefalotórax y períopodos
- 6 melanosis moderada en rostrum, uropódosuropodos, cefalotórax, períopodos y pleópodos
- 8 melanosis severa en rostrum, uropódos, cefalotórax, períopodos períopodos y pleópodos
- 10 melanosis severa y pronunciada en el cefalotórax y abdomen, con apéndices arrugados

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la comparación de los tres métodos de detección de sulfitos se usó el modelo estadístico de medidas repetidas en el tiempo y la comparación múltiple de medias de diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05 de error.

Se usó el análisis de regresión cuadrática para predecir los sulfitos detectados a los cuatro tiempos de destilado con el método de M-W y se usó el diseño estadístico de medidas repetidas en el tiempo. Se analizó la incidencia de melanosos en camarones de cada grupo tratado y los testigos con el diseño factorial de 3x3x3 y DMS como prueba de medias. Los datos fueron analizados con el software estadístico Infostat®2011.

RESULTADOS

En general, se detectaron concentraciones superiores en 67 % de sulfitos en los camarones tratados con 1.0 % de MBS, que en los camarones tratados con 0.5 % ($P < 0.001$). Con la metodología de las cintas colorimétricas, no hubo variación en los resultados, consecuentemente, esta metodología no proporciona una precisión adecuada para detectar sulfitos en muestras de camarón (ver cuadro 2).

Álvarez (2000) encontró que el método M-W detecta 58 % más de sulfitos en camarón que el método de IM. En este trabajo, los resultados obtenidos con los métodos IM y M-W coinciden más en el análisis de camarones tratados con 0.5 % de MSB. En ambos tratamientos de MBS la detección de sulfitos en los camarones con el método de IM fue inferior a las 100 ppm.

Cuadro 2. Residuos de sulfitos de dos soluciones de MBS obtenidos con tres métodos de detección después de ocho semanas de almacenamiento a -18°C

Concentración de MBS	Método de detección	ppm	C.V. (%)
0.5 %	Cintas	400.0 a	0
	M-W	93.2 b	17.2
	Iodometría	13.5 c	40.8
1.0 %	Cintas	400.0 a	0
	M-W	215.2 b	17.4
	Iodometría	16.3 c	30.7

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos de IM y M-W son aceptados oficialmente por la Food and Drug Administration (FDA) de los EE. UU. En camarones enteros congelados a -18°C durante seis semanas, la concentración de sulfitos disminuye hasta un 20.5 % del total original (Álvarez, 2000). No se detectó una disminución en la concentración de sulfitos en las muestras de camarón tratados con 0.5 % y 1.0 % de MBS y analizadas con el método de IM (ver cuadro 3).

Los resultados de los análisis de sulfitos con IM se mantuvieron constantes porque es un método poco sensible (Cáramo, 2012). Con el método de M-W se presentó mayor variación de los resultados debido a la precisión del método para detectar sulfitos y la posible variación de la capacidad de absorción de MBS entre los camarones.

Cuadro 3. Residuos de sulfitos obtenidos a la 1, 6 y 8 semanas post tratamiento de dos soluciones de MBS con tres métodos de detección

Concentración de MBS	Semanas de refrigeración	Método de análisis		
		Cintas*	M-W*	Lodometría
0.5 %	1	400.0 a	93.5 c	13.0 e
	6	180.0 b	88.3 c	18.0 d
	8	180.0 b	34.3 d	10.0 e
1.0 %	1	400.0 a	215.3 b	16.0 c
	6	180.0 b	265.7 b	18.0 c
	8	180.0 b	180.3 b	9.0 c

*Valores seguidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes ($P>0.05$).

El análisis con el método M-W con los camarones tratados con 1.0 % MBS indicó un incremento en la cantidad de sulfitos entre la primera y sexta semana de almacenamiento, luego la concentración de sulfitos en esta muestra se redujo a las ocho semanas de almacenamiento.

Determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método M-W

En las 24 muestras de camarón analizadas con el método M-W se encontraron diferencias significativas ($P < 0.001$) para cada tiempo de destilado. La menor cantidad de sulfitos fue detectada a los 35 minutos de destilado, esta cantidad correspondió en promedio al 66.6 % del total de sulfitos capturados a los 105 minutos de destilado.

Las cantidades de sulfitos detectadas aumentaron en los tiempos de destilado. En promedio para los dos tratamientos con MBS, la cantidad adicional de sulfito detectada fue de 23.4 % a los 70 minutos, 8.1 % a los 90 minutos y 4.4 % a los 105 minutos. Con un mayor tiempo de destilado se observó menor variación en los resultados del análisis de sulfitos en las muestras (ver cuadro 4). El procedimiento oficial de M-W indica un tiempo de destilado de 105 minutos (FDA, 2013).

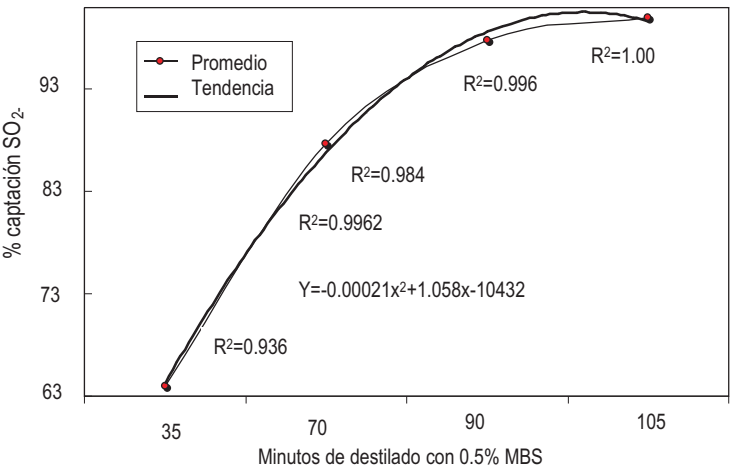
Cuadro 4. Detección de residuos y el porcentaje de captación de SO₂ (ppm) a diferentes tiempos de destilación con el método M-W

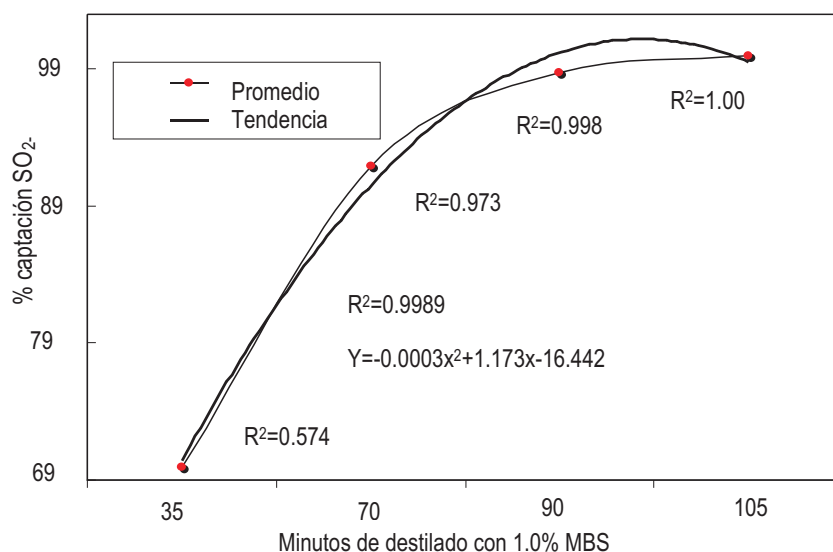
Tiempo destilado	0.5 % MBS		1.0 % MBS	
	ppm SO ₂	% captación	ppm SO ₂	% captación
35	47.3	65.8	148.5	67.4
70	16.0	88.1	54.0	91.9
90	6.8	97.5	15.2	98.8
105	1.8	100.0	2.6	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Con 90 minutos de destilado se obtuvo en promedio el 98 % de los sulfitos (ver figura 1). Este resultado sugiere que se debe estudiar más de la posibilidad de disminuir el tiempo de destilado para lograr una mayor eficiencia en la realización de los análisis, detectar sulfitos con M-W en camarones con tratados con MBS en menos tiempo indica una mayor eficiencia y ahorros para la industria en tiempo y recursos. Las correlaciones entre la cantidad de sulfitos detectadas y los tiempos de destilado en el método M-W fueron altamente significativas ($P<0.001$).

Figura 1. Porcentaje de captación de sulfitos con el método M-W a los 35, 70, 90 y 105 minutos de destilación en camarones tratados con 0.5 y 1% de MBS





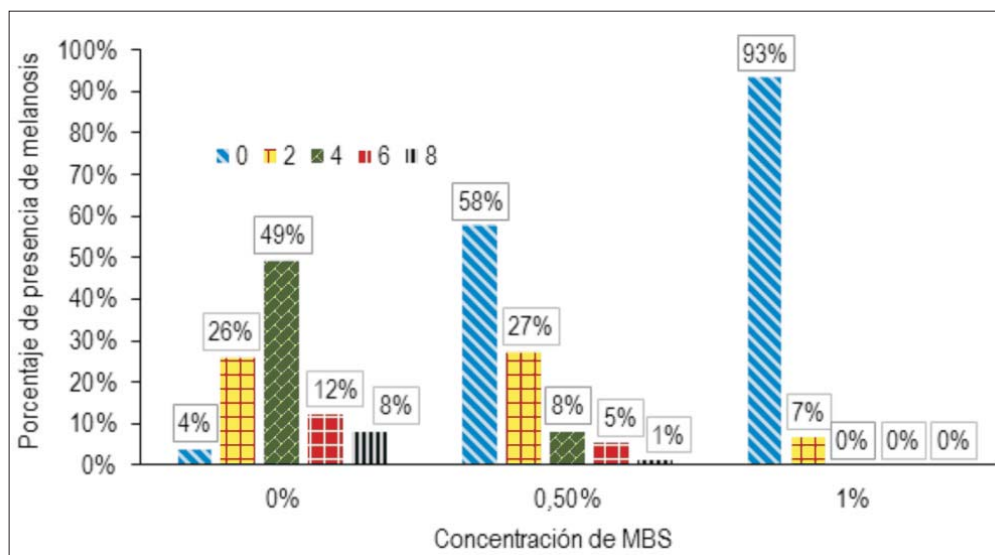
Grados de desarrollo de melanosis

La presencia de melanosis en el camarón es fuertemente castigada en el mercado europeo (Miget, 2010). Los camarones que no fueron tratados con MBS desarrollaron un grado mayor de melanosis que los tratados y por su grado de melanosis no son aceptados para el mercado europeo (Traister, 2011).

Los camarones que recibieron baño de MBS a la cosecha y almacenados a -18°C durante ocho semanas post-tratamiento, redujeron la presencia de melanosis (ver figura 2). Los camarones tratados con 1.0 % de MBS presentaron un control efectivo sobre la melanosis ($P < 0.04$), pero superaron los niveles residuales de sulfitos permitidos en los mercados europeo y norteamericano a 231 ppm de SO_2 en promedio.

Los camarones tratados con 0.5 % de MBS cumplieron con las exigencias del mercado (76 ppm de SO_2), aunque presentaron un mayor desarrollo de melanosis a las ocho semanas de almacenamiento ($P < 0.04$) que los tratados con 1.0 % de MBS (ver figura 2), la melanosis que desarrollaron con 0.5 % de MBS es suficiente para afectar negativamente su valor en el mercado meta.

Figura 2. Grados de melanosis en porcentajes, en camarones tratados con MBS después de ocho semanas de almacenamiento a -18°C



CONCLUSIONES

El método M-W fue más preciso para la detección de sulfitos que los métodos de iodometría y de las cintas colorimétricas ($P < 0.001$). El método de cintas colorimétricas no mostró precisión para detectar residuos de sulfitos. Los camarones tratados con el 1 % de MBS mostraron al final de las ocho semanas de almacenamiento mayor cantidad de residuos de sulfitos que los tratados con el 0.5 % de MBS.

En el método M-W a 90 minutos de destilado se detectaron el 98 % de los sulfitos del tejido del camarón ($R^2 = 0.99$), a los 70 minutos se logra capturar el 90 % ($R^2 = 0.97$), por lo que es posible reducir el tiempo de destilación del método y predecir los sulfitos residuales del tejido del camarón detectados a los 105 minutos de destilación ($y = -0.00021x^2 + 1.058x - 10432$).

A lo largo de ocho semanas de almacenamiento a -18°C , la concentración de sulfitos disminuye en los camarones; las muestras tratadas con el 1 % de MBS casi no desarrollan melanosis, pero la concentración residual de sulfitos supera los límites permitidos de 100 ppm en los mercados europeos y norteamericano.

Los camarones tratados con 0.5 % MBS cumplieron con las exigencias del mercado

en cuanto al nivel de sulfitos, pero desarrollaron melanosis en niveles aceptables (0, 2 y 4 grados). Los camarones no tratados con MBS desarrollaron un grado mayor de melanosis que los tratados, el 20 % de los camarones no tratados con MBS desarrolló melanosis en la categoría de producto devaluado.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. R. (2000). Evaluación de tres metodologías de tratamiento con metabisulfito de sodio en camarones enteros para prevenir melanosis. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- ANDAH. (2012). Boletín informativo de producción. Choluteca: Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras.
- Avdalov, N. (2009). Manual de control de calidad y manipulación de productos pesqueros para pescadores y procesadores artesanales. México: Infopesca.
- BCH. (2013). Honduras en cifras 2010-2012. Recuperado de: http://www.bch.hn/download/honduras_en_cifras/hencifras2010_2012.pdf
- Cárcamo, J. A. (2012). Utilización del metabisulfito de sodio como preservante en las camaronas. Euroinnova formación. Recuperado de: <http://redsocialeducativa.euroinnova.edu.es>
- CIDEA. (2006). Buenas prácticas acuícolas en el manejo del cultivo del camarón. Managua, Nicaragua: Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, Universidad Centroamericana.
- Córdova, J. H. (2010). Factores bioquímicos, enzimológicos y genéticos involucrados en la formación postmortem de melanina de camarón. Centro de Investigación Biológicas del Noroeste S.C. Recuperado de: <http://www.cibnor.mx>
- FDA. (2013). Official methods of analysis for sulfites Monier-Williams. U.S. Food and Drug Administration. Recuperado de: <http://www.accessdata.fda.gov>
- Laínez, J. M. (2013). Reducción del tiempo de destilación del método Monier-Williams para detectar sulfitos en camarón entero.
- Miget, R. (2010). Shellfish handling practices-shrimp and molluscs. Southern Regional Aquaculture Center. Recuperado de: <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/222/>
- Ragan, D. L. (2011). ¿Por qué los sulfitos se deben mencionar en las etiquetas? North Carolina Department Agriculture and Consumer Services. Recuperado de: <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents>
- Steve Otell, L. G. (2010). Farm raised shrimp good aquaculture practices for product quality and safety. Aquatic Food Products Program, University of Florida, Sea Grant Program. Recuperado de: http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/pacrc.uhh.hawaii.edu/ContentPages

/44762583.pdf

Traister, J. (2011). Sodium sulfite and shrimp. Livestrong.com. Recuperado de:
<http://www.livestrong.com/article/533743-sodium-sulfite-and-shrimp>

Revisión y validación de la evapotranspiración potencial (ETP) media anual y media mensual en Honduras obtenida por métodos ambientales de percepción remota

Lenín Henríquez Dole y Anahí J. Miner Vega¹

RESUMEN

La evapotranspiración (ET) es un proceso esencial en el ciclo hidrológico del planeta y es de mucha importancia para el balance hídrico, especialmente en el riego. La evapotranspiración potencial (ETP) es la medida de la máxima de ET posible en condiciones óptimas, su estimación es muy compleja y para ello se han planteado ecuaciones empíricas en diversas partes del mundo. En Honduras se han realizado escasos trabajos de estimación de la ETP utilizando estas metodologías, aplicándose por lo general las que menos datos requieren.

Se verificó mediante test estadísticos que, aunque existen mediciones a nivel nacional, la temperatura media no es un dato confiable en la mayoría de las series de las estaciones meteorológicas del país, lo que complica aún más el cálculo de ETP. Recientemente se ha publicado, como alternativa a la estimación empírica de la ETP, el mapa global de evapotranspiración potencial (Global-PET), que se basa en el método de Hargreaves para estimar la ETP, generado por el Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

Se realizaron análisis estadísticos comparando los datos de la ETP media mensual y anual estimada por el método de Hargreaves con los valores aportados por el Global-PET y se concluye que representa correctamente la variabilidad, excepto en el mes de septiembre. Se encontró también que existe un gradiente (-32 mm por cada 100 m de altura) entre la ETP estimada por este método y las elevaciones mayores a 150 msnm. Los mapas de Global-PET representan una nueva base de datos confiable, revisada y validada a nivel nacional, sin costo alguno y accesible en internet para poder hacer uso de ella con fines no comerciales.

Palabras clave: Evapotranspiración potencial, percepción remota, temperatura, validación de base de datos, Honduras.

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra. Correo electrónico: henriquez.lenin@gmail.com; anahiminer@gmail.com

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) is an essential process in the planet's hydrologic cycle, and a very important estimation for water balance, especially in irrigation. Potential Evapotranspiration (PET) is the measure of the maximum ET possible in optimal conditions, its assessment is complex and empirical equations all over the world have been done to this purpose. In Honduras few works have been done about PET's estimation using empirical methodologies, applying usually the one with less data requirements. Using double mass and statistical test analysis have been verified that average temperature is not a reliable record in most of the meteorological stations in the country.

For that reason, the PET estimation is more complicated. Recently, an alternative to empirical estimation has been published: Global Potential Evapotranspiration Map (Global-PET) based on Hargreaves method to PET's evaluation, generated by Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

It has been statistically proved that Global-PET represents PET's annual and monthly variability using Hargreaves method, except September. There is also a gradient (-32 mm per each 100 meters of elevation) between PET and elevations above 150 m. Global-PET maps represent a new reliable, checked and validated database at national level, without any cost and accessible on internet for those who may want to use it for non commercial purpose.

Keywords: Potential Evapotranspiration, Remote Sensing, Temperature, Database Validation, Honduras.

INTRODUCCIÓN

La evapotranspiración potencial (ETP) es un proceso esencial en el ciclo hidrológico del planeta. Es una medida de la máxima cantidad de agua que puede ser transferida desde la superficie de la tierra, cubierta de vegetación, a la atmósfera y cuya estimación solo depende de las condiciones climáticas en el momento del cálculo (Thornthwaite, 1948).

A fines de los años setenta y comienzos de los años ochenta del siglo pasado, la FAO hace más precisa la estimación de este proceso e introduce el concepto de evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) como una mejora a la estimación de este flujo. Así, la ET_o se define como la suma de evaporación y transpiración en un cultivo de referencia bajo condiciones óptimas de riego, asumiendo una altura de

12 centímetros, una resistencia de la superficie de 70 s/m y un albedo de 0.23, lo que se asemeja a la evaporación que ocurre en una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y sin déficit de agua (Allen, 1998).

En la actualidad, el término evapotranspiración del cultivo de referencia ha sido reemplazado por el de evapotranspiración de referencia. No obstante, aunque se reconoce que los conceptos de ETP y ETo, en estricto sentido, son diferentes, ambos indican cantidades máximas de agua perdida a favor de la atmósfera. Por ello en algunos estudios, incluyendo este, han sido considerados equivalentes (McKenney y Rosenberg, 1993).

Se estima como promedio global que el 57 % de la precipitación anual es transferida a la atmósfera a través de este proceso, pudiendo llegar a valores del 90 % y 100 % en zonas áridas o desérticas, respectivamente (Sánchez, 1992). La ETo es un parámetro de interés en la clasificación climática de los diferentes ambientes. Además, facilita una adecuada gestión de los recursos hídricos y económicos necesarios para la construcción de obras y planificación del riego, ya que permite la definición de periodos de déficit o exceso hídrico, entendida esta como la demanda de agua que tienen los diferentes cultivos y plantaciones (Valenzuela y Ferreira, 1985; Hargreaves, 1994; Comisión Nacional de Riego, 1997; Xu y Singh, 2001; Droogers y Allen, 2002; Temesgen, 2005; López-Moreno, 2009).

La intensidad de este flujo de agua entre el suelo y la atmósfera se ve determinada por diversas variables como cobertura vegetal, tipo de suelo, uso del suelo, tipo de vegetación, densidad de la vegetación, tiempo de vida de las especies, tipos de cultivos, temperatura del aire, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento, entre otras. Por la complejidad de este proceso y del cual la transpiración de las plantas forma una parte muy importante, se han propuesto metodologías entre las que se encuentran expresiones empíricas basadas en observaciones puntuales en diversas partes del planeta (Thornthwaite, 1948; Hargreaves, 2003; Allen, 1998).

Aunque la aplicación de estas metodologías se puede intuir a nivel mundial, aún necesitan ser validadas en otras regiones lejos de aquellas donde fueron deducidas. La más ampliamente utilizada es la fórmula de Penman-Monteith, considerada como método estándar, físicamente basado, que puede ser utilizado globalmente. Sin embargo, esta fórmula tiene la desventaja de requerir una gran cantidad de parámetros específicos que muchas veces no son medidos en estaciones meteorológicas comunes, incrementándose esta deficiencia en países en desarrollo (Droogers y Allen, 2002).

En Honduras se han realizado escasos trabajos de estimación de la ETP, siendo uno de estos el realizado por Jiménez y Hernández (1990), quienes calcularon la ETP con varias metodologías e hicieron análisis de regresión lineal para llegar a estimaciones de la ecuación de Penman utilizando otros métodos. Otra estimación de ETP a nivel nacional fue la realizada por CEDEX en el balance hídrico de 2002, quienes utilizaron la fórmula de Hargreaves corrigiendo los resultados mediante un coeficiente para obtener la evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith. La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) también ha realizado un mapa de evapotranspiración potencial publicado en su web. De igual manera, se han realizado trabajos a nivel de cuenca o microcuenca que presentan resultados puntuales para las zonas de estudio.

A nivel mundial, el Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) con el apoyo del International Center for Tropical Agriculture (CIAT), ha publicado una base de datos en formato raster: el mapa global de evapotranspiración potencial (Global-PET) para uso no comercial. Esta información pretende contribuir con estudios sobre desarrollo sostenible, biodiversidad y conservación, disminución de la pobreza y adaptación a los procesos de cambio climático, en particular en países en vías de desarrollo.

El presente estudio pretende revisar y validar el mapa de la ETP Global (Global-PET), de 1 km de resolución, en Honduras, comparándolo con estimaciones puntuales de la ETP, obtenidas a partir de las bases de datos climáticos hondureños, a nivel mensual y anual. Se pretende lograr una nueva fuente de información, de acceso gratuito y de fácil manejo que proporcione una referencia de la ETP en cualquier lugar de Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Base de datos

La base de datos utilizada ha sido compuesta por los datos mensuales provenientes de estaciones meteorológicas gestionadas por la SERNA, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA), la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y otras instituciones privadas.

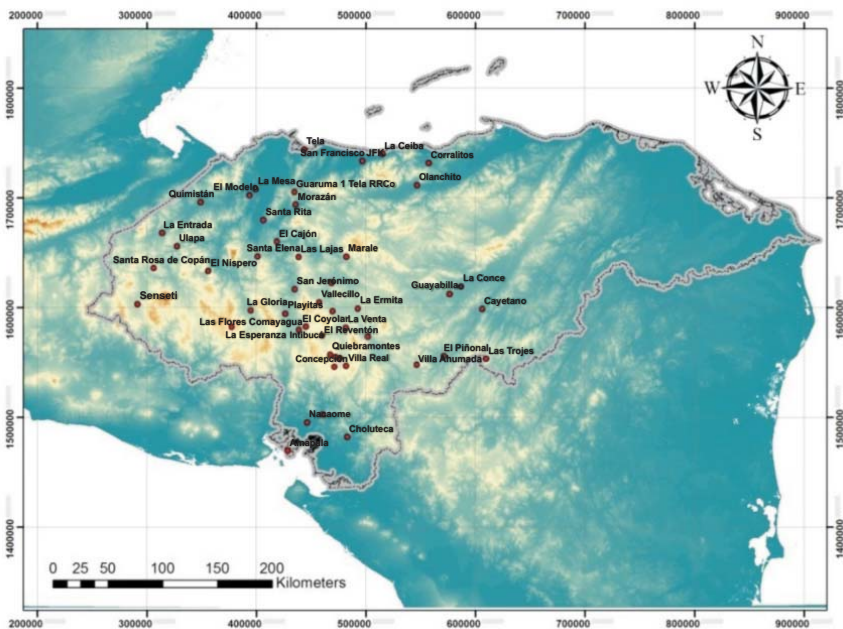
Cuadro 1. Número de estaciones que miden temperatura dentro de la base de datos recopilada

Parámetro	Número de estaciones
Temperatura media mensual	79
Temperatura máxima promedio mensual	75
Temperatura mínima promedio mensual	74

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la base de datos recopilada se separaron aquellas estaciones que medían la temperatura del aire (ver cuadro 1). Se rellenaron las series de datos de las estaciones que no disponían de valores actualizados. La calidad de los datos se comprobó mediante un test propuesto por Menne (2009), en el cual se verifica que los valores contenidos en una serie no se alejen de la media más de 3.5 veces el valor de la desviación estándar. En el caso de que algún valor superara este umbral, se marcó como dudoso. De estas estaciones se seleccionaron finalmente 48 que poseían el dato de la temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima (ver mapa 1).

Mapa 1. Ubicación de las 48 estaciones seleccionadas para el estudio de la ETP en Honduras

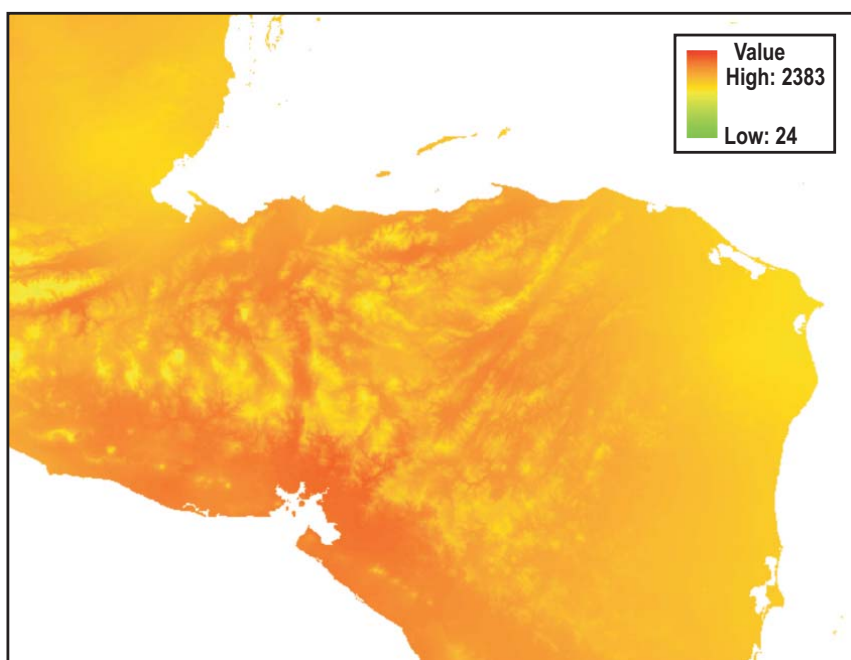


Fuente: Elaboración propia, utilizando la información brindada por las instituciones mencionadas.

Considerando los vacíos de información y que muchas de las estaciones fueron instaladas a principios de los años 70, se eligió un periodo común de estudio entre 1975 y 2005, con el fin de completar 30 años de datos mensuales continuos, ya que estadísticamente se considera una cantidad de años representativa (Sokolov y Chapman, 1981).

Para el relleno de datos faltantes se ha utilizado una regresión estocástica múltiple bivariada, procedimiento incluido como un módulo del software: Cálculo hidrometeorológico de aportaciones y crecidas (CHAC). Con esta metodología, el dato faltante se obtiene a partir de otras dos estaciones que, dentro de un grupo de estaciones cercanas, tienen mejor correlación (CEDEX, 2013).

Mapa 2. Global-PET: ETP anual en la zona de Honduras y alrededores



Fuente: Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

Mapa Global-PET

El mapa Global-PET generado por CGIAR-CSI² está disponible en formato de grilla geoespacial (ARC/INFO) estándar para ESRI, siendo su resolución de 30 segundos de arco o, aproximadamente, 1 km en el Ecuador.

² Al respecto ver: <http://www.cgiar-csi.org/data/global-aridity-and-pet-database>

Los parámetros que se utilizaron como input para el cálculo de la ETP fueron obtenidos de la base de datos de alta resolución World Clim Global Climate Data (Hijmans, 2005) de 30 segundos de arco, basada en un gran número de observaciones climáticas entre 1950 y 2000; también de datos topográficos de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Los datos medios mensuales utilizados fueron precipitación, temperatura media, máxima y mínima.

La ETP media mensual ha sido caracterizada y luego estimada utilizando 4 métodos diferentes basados en la temperatura para definir su precisión: Thornthwaite (1948), Thornthwaite modificado por Holland (1978), Hargreaves (1985), Hargreaves modificado por Droogers y Allen (2002).

Los valores obtenidos por estos métodos fueron comparados con los resultados de la ecuación de Penman-Monteith (FAO-PM) estimada en estaciones climáticas de América del Sur y África. Entre los modelos elegidos, el que más se acerca (media similar y menor desviación típica) a la ETP de FAO-PM es el método de Hargreaves (utilizado para la generación del mapa), que requiere datos de radiación solar extraterrestre, temperatura media, temperatura mínima y máxima, cuya fórmula es la siguiente:

$$ET_0: 0.0023 R_a (T_{media} + 17.8) \sqrt{TD}$$

Donde: ET_0 es la evapotranspiración de referencia diaria (mm/día)
 R_a es la radiación extraterrestre al tope de la atmósfera (mm/día)
 T_{media} temperatura media diaria (°C)
 TD diferencia entre la temperatura máxima y mínima diaria (°C)

Cálculo de la ETP en Honduras

Se realizaron los cálculos de ETP en las estaciones seleccionadas en Honduras mediante la misma fórmula de Hargreaves que se utilizó para la creación del mapa del CGIAR (Hargreaves, 1985). La radiación solar extraterrestre se estimó mediante ecuaciones de regresión lineal en cada mes basadas en la tabla presentada en el documento de FAO 56 (Allen, 1998) en función de la latitud y el mes. El valor de temperatura media mensual se calculó como la semisuma entre la temperatura promedio máxima mensual y la temperatura promedio mínima mensual de cada estación. Los cálculos se realizaron en una tabla de Excel, obteniendo inicialmente la ETP diaria de cada estación y posteriormente la ETP mensual, multiplicando por 30, 31 o 28 según el mes del año. La ETP anual es la suma algebraica de todos los meses.

Validación

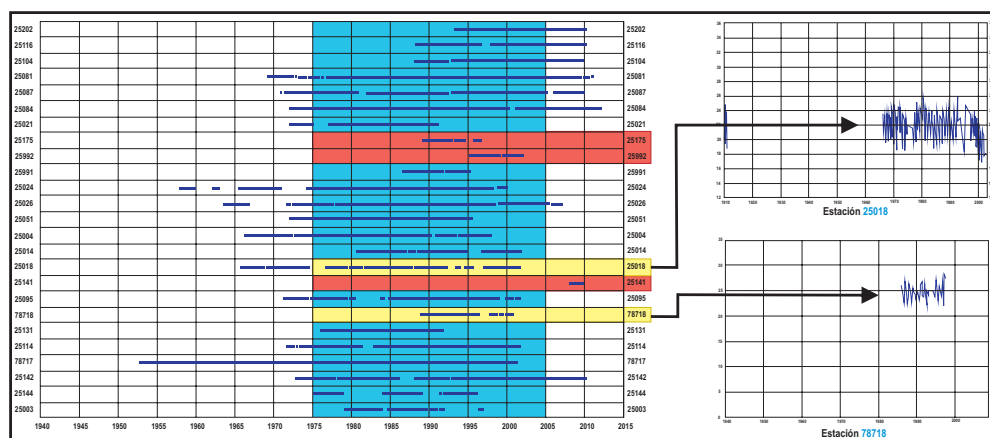
La comparación de los resultados obtenidos en las diferentes estaciones con el mapa de ETP creado por el CGIAR se realizó a nivel mensual y anual mediante la comparación visual de ambas series de valores, estimando el coeficiente de correlación entre los datos, el error cuadrático medio, realizando el test de t-student, el análisis de la varianza (ANOVA) y el test de bondad de ajuste de χ^2 .

RESULTADOS

Análisis de las bases de datos

La base de datos recopilada originalmente contenía al menos 70 estaciones que medían la temperatura, sin embargo, no todas ellas eran aptas para el estudio de la variabilidad espacial y temporal de este parámetro. Las 48 estaciones finalmente escogidas cumplieron con los siguientes criterios: poseer al menos 10 años de información continua en el período seleccionado (entre 1975 y 2005), no presentar tendencias ni valores atípicos dentro de sus series temporales y poseer registros en el mismo período de la temperatura media, temperatura máxima y la temperatura mínima (ver gráfico 1). Los criterios se aplicaron a las tres series de temperaturas medidas en cada estación: media, máxima y mínima.

Gráfico 1. Período de estudio seleccionado (1975-2005) de la temperatura media y estaciones eliminadas mediante los criterios de selección



Las líneas azules representan los meses en que hay datos tomados. En el eje de las X se muestra el periodo de tiempo y en el eje de las Y el código de la estación meteorológica. En rojo se presentan las series que no cumplen con la cantidad de años requerida; en amarillo se muestran series de datos con tendencias y las azules quedaron elegidas dentro de la base de datos.

Cuadro 2 . Estaciones seleccionadas para ser parte del estudio de la evapotranspiración

Código nacional	Nombre	Código nacional	Nombre	Código nacional	Nombre
23010	Quimistán	25116	Marale	54001	Perspire
23011	La Entrada	25131	Sensenti	54002	Nacaome
25004	La Gloria	25142	El Níspero	56001	La Venta
25014	El Cajón	25144	El Modelo	56071	Ingenio, El Provenir
25024	Las Flores, Comayagua	25202	Las Lajas	56106	Concepción
25026	El Coyolar	25993	Guaruma	56301	El Batallón
25051	Santa Clara	27013	San Francisco, JFK	56303	Quiebramontes
25056	Morazán	31007	Corralitos	56602	Villa Real
25080	La Ermita	33004	Olanchito	56701	El Reventón
25081	Agua Caliente, F.M.	39001	Cayetano	78700	Amapala
25083	Santa Rita	39003	Guayabillas	78705	La Ceiba
25084	Playitas	39009	Villa Ahumada	78706	Tela
25085	Santa Elena	39017	El Piñonal	78708	La Mesa
25087	San Jerónimo	39027	La Conce	78717	Santa Rosa de Copán
25104	Vallecillo	45103	Las Trojes	78720	Tegucigalpa
25114	Ulapa	46999	La Esperanza, Intibucá	78724	Choluteca

Basados en los criterios anteriores y agrupando las diferentes estaciones por zonas, se procedió a identificar los valores atípicos de las diferentes series. Dado que el análisis se realizó en grupos,³ se decidió disminuir el umbral de la desviación típica a 3.5, en vez de 5 como lo propone Menne (2009). El cuadro 3 muestra un ejemplo de las tablas elaboradas de identificación de valores atípicos en las 48 estaciones seleccionadas.

³ La división por grupos se hizo basándose la proximidad de las estaciones, la cuenca en donde se encuentran y la relación que puede existir entre ellas, a criterio de experto. El país se ha dividido en seis (6) zonas.

Cuadro 3. Valores atípicos en las series de temperatura máxima promedio mensual

Nombre de estación	Fecha de valor atípico mensual	Categoría del valor
San Jerónimo	Mar/abr - 83	Alto/alto
La Ermita	Abr-72, feb-98, oct/nov-08	alto, alto, alto/alto
Vallecillo	Jul/ago/sep/oct-09	Alto/alto/alto/alto
Coyolar	Mar-01	Alto
Las Flores	Ene-91	Alto
El Cajón	May-90	Bajo
Santa Rosa de Copán	Feb-76, jul-84, ago-85, ago-89, oct-99	Bajo, bajo, bajo, bajo, bajo
Santa Elena	Jul-79	
El Nispero	Abr-91, ago-03, oct-03	Bajo
Ulapa	May-75, ago-75	Bajo, alto, alto
La Ceiba	Feb-70	alto, alto
Villa Ahumada	May-98	Bajo
Guayabillas	Mar-66, abr-72	Alto
El Batallón	Mar-97	Alto, alto
Tegucigalpa	Jun/jul-50	Bajo
Choluteca	May-00	Bajo/bajo

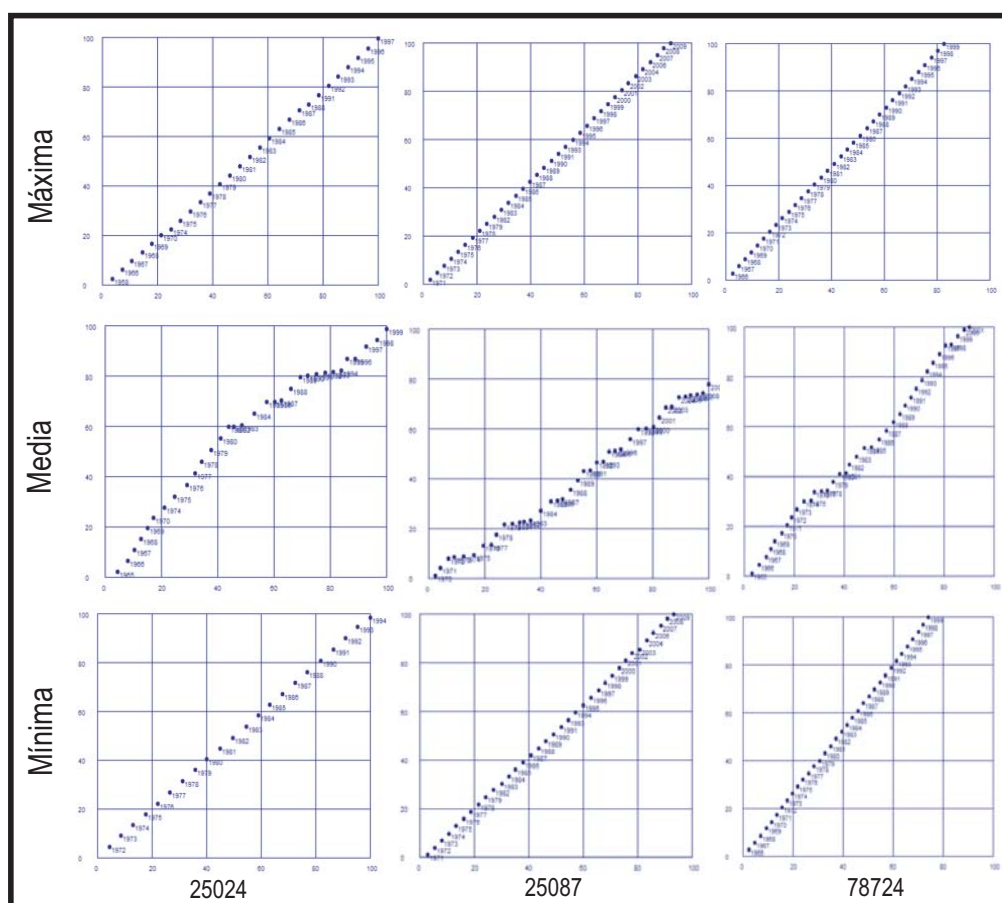
El análisis de los valores atípicos muestra que no existe una relación aparente entre estaciones. Es de esperarse que si existe un valor atípico o extremo, este se reproduzca en las estaciones aledañas; sin embargo, esto no se comprueba para ninguna de las fechas de los valores obtenidos. En consecuencia, se puede deducir que los valores atípicos no se producen en la región por olas de calor, sino por las inconsistencias en la medición de origen humano o instrumental.

Para detectar inconsistencias en las series de datos se realizó el análisis de doble masa, comparando diferentes estaciones con la media de los diferentes grupos escogidos. Este análisis reveló que la temperatura media mensual presentaba muchas deficiencias en sus mediciones, sin embargo, no era el caso con la temperatura máxima promedio mensual ni la temperatura mínima promedio mensual.

La razón aparente de estas inconsistencias en la temperatura media mensual responde a que esta temperatura no es una medición, sino una estimación diaria basada en las temperaturas que se toman a lo largo del día. Las inconsistencias encontradas en los datos de la temperatura media mensual han hecho que se

procediera a descartar este parámetro y se utilizara como la temperatura media mensual, el promedio entre la temperatura máxima promedio mensual y la mínima promedio mensual, datos que sí probaron ser series consistentes a lo largo del tiempo, como se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2. Diagrama de doble masa de la temperatura máxima promedio mensual (arriba), la temperatura media mensual (centro) y la temperatura mínima mensual (abajo) en tres estaciones: Las Flores (25024), San Jerónimo (25087) y Choluteca (78724)



La homogeneidad y consistencia en los registros de las temperaturas máximas y mínimas promedio mensual, asegura que el cálculo de la temperatura media mensual, a partir de ellas, también sea una serie homogénea y consistente. Se recomienda que el cálculo de la temperatura media sea revisado, estandarizado y homogeneizado en todas las estaciones de Honduras.

Cálculo de la ETP en Honduras

Hargreaves (1985) sostienen que la ETP está en función de la temperatura y la radiación solar. Si se asume que a lo largo del año la distribución de la radiación solar es invariante en el tiempo, entonces la ETP queda íntimamente ligada a la variación de la temperatura en un lugar determinado. Esto se puede comprobar en el gráfico 3, en donde la ETP calculada responde a la misma variación de la temperatura.

Gráfico 3. Distribución de la temperatura media (izquierda) y la ETP (derecha) en la estación Quimistán

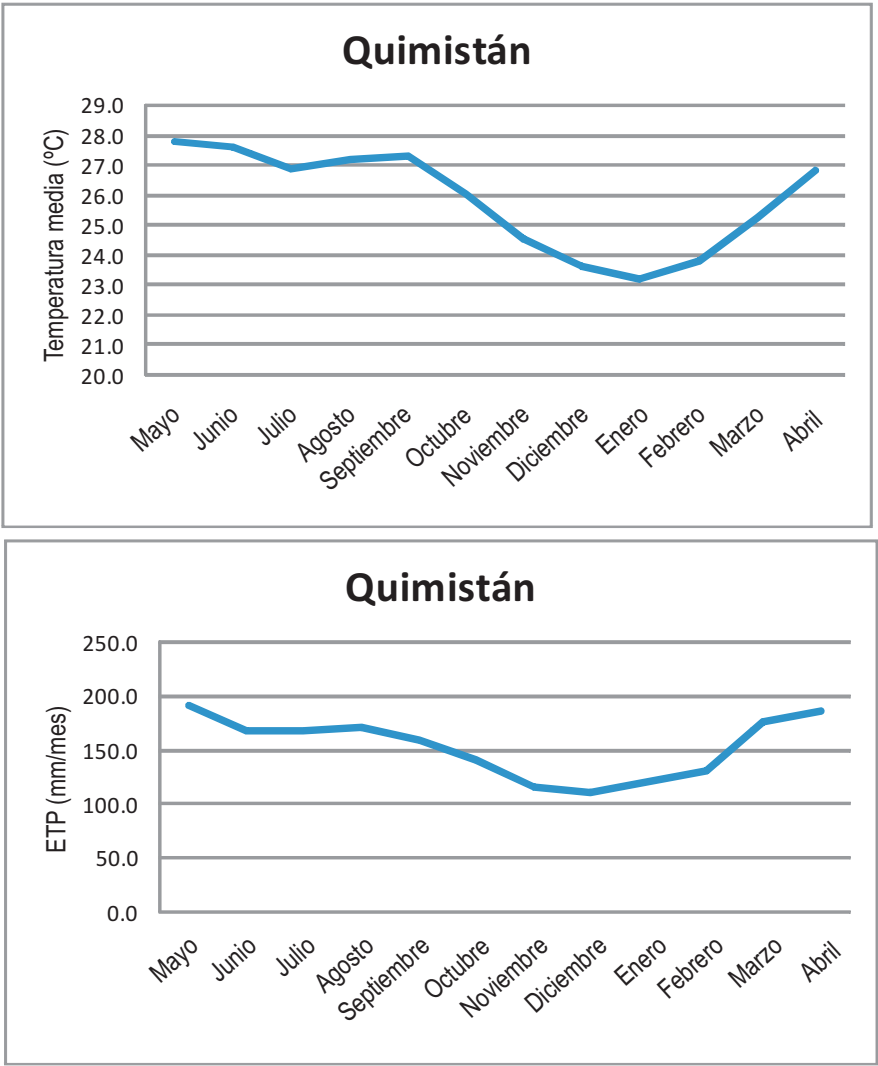
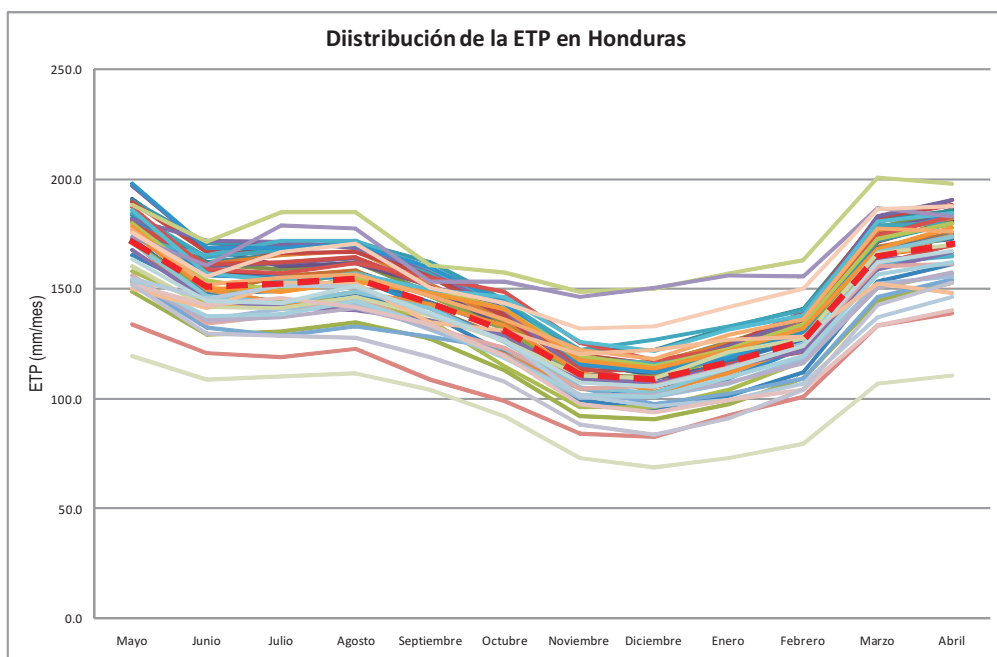


Gráfico 4. Distribución de la ETP en Honduras



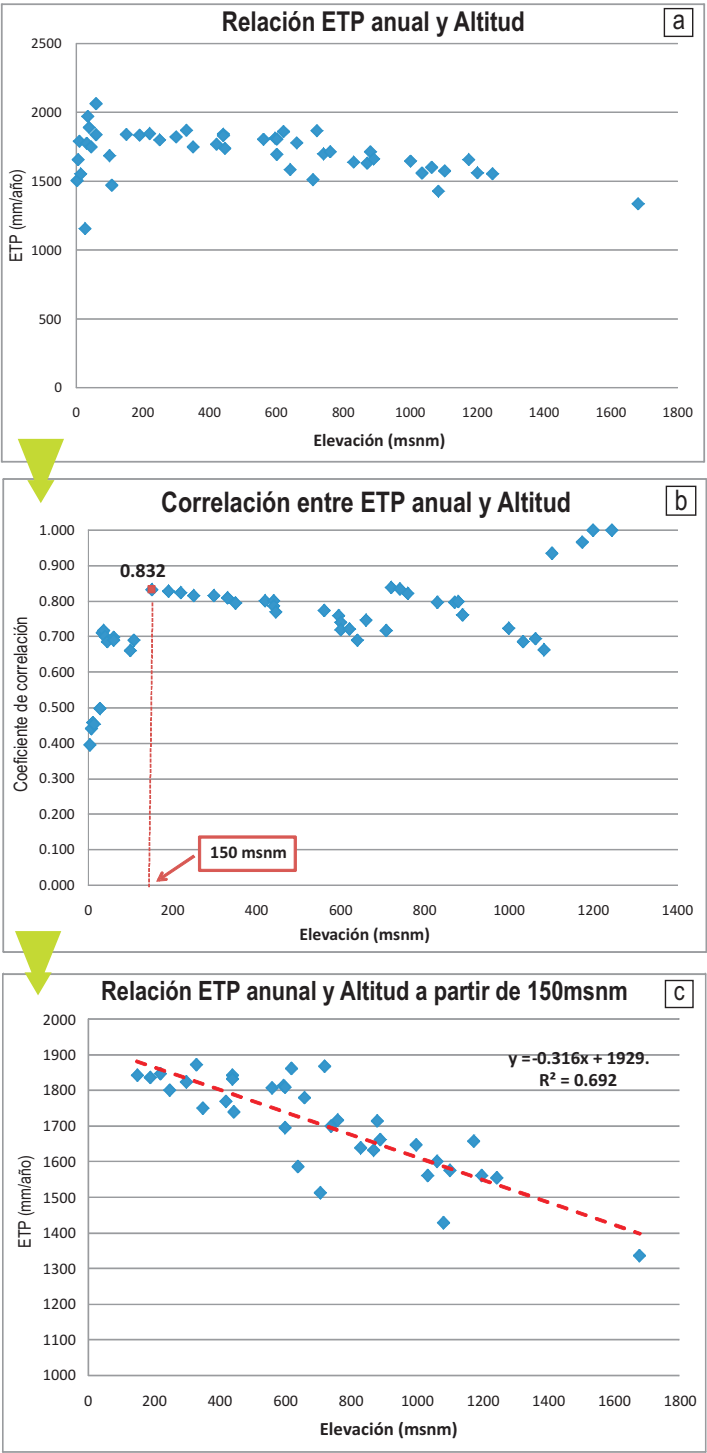
La línea roja discontinua representa la ETP media de todas las estaciones.

Se puede apreciar que tanto la distribución de la temperatura como de la ETP en el país (ver gráfico 4), tienen sus máximos en abril y mayo y sus mínimos en noviembre, diciembre y enero. Agosto representa una alteración al alza debido a la influencia del anticiclón de las Bermudas que se acerca al istmo centroamericano durante estas fechas (Zúniga, 1990).

Como promedio anual se estima que Honduras tiene una ETP de 1705 mm, según Hargreaves, siendo las estaciones La Mesa y La Esperanza en las cuales se estiman valores menores, 1157 y 1336 mm/año, respectivamente; en las estaciones Pespire, Nacaome y Choluteca se estiman mayores valores de ETP, 2065, 1974 y 1893 mm/año, respectivamente.

Si se divide a Honduras en cuencas, no se observan diferencias significativas entre el promedio de las estaciones que pertenecen a la vertiente del Atlántico (1710 mm/año) y el promedio de las estaciones que pertenecen al Pacífico (1690 mm/año). Podría inferirse que las cuencas del Pacífico tienen menor ETP anual, no obstante, esta deducción no es cierta, debido a que es en las cuencas del Pacífico donde se encuentran las mayores dispersiones (195 mm/año) debido a que en esta zona se encuentran las estaciones con menores ETP (La Esperanza) y con mayores ETP (Pespire, Nacaome, Choluteca).

Gráfico 5. Relación de la ETP anual, según Hargreaves, y la altitud (msnm)



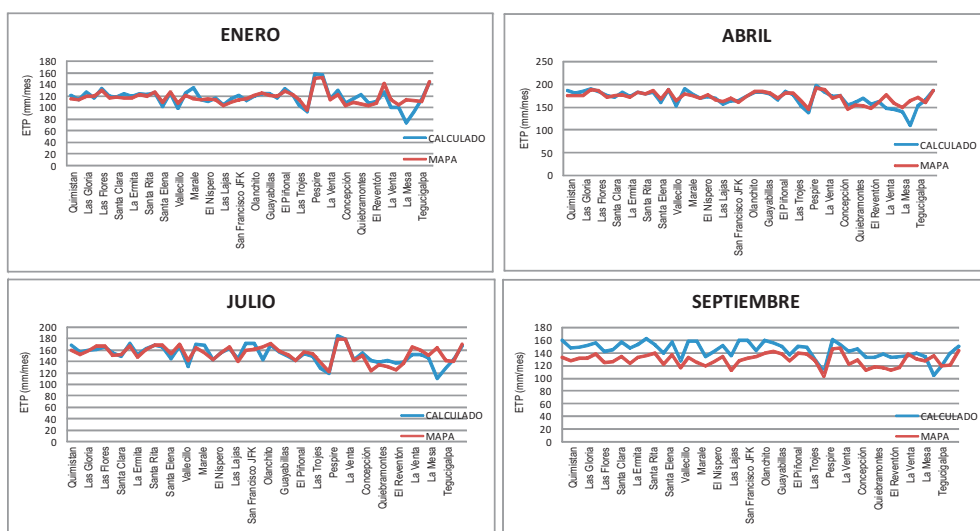
Se observó que la ETP anual tiene una relación inversamente proporcional a la elevación. Tal como se aprecia en el gráfico 5, existe una gran dispersión entre los datos de la ETP y su respectiva elevación (gráfico 5a); sin embargo, al obtener el coeficiente de correlación entre las dos series (gráfico 5b) se deduce que la ecuación de la ETP de Hargreaves tiene buena correlación con la elevación ($r=0.832$), si se toman sólo los valores con elevaciones mayores a 150 msnm (gráfico 5c).

Comparación de la ETP en Honduras con el mapa Global-PET

Para la comparación entre los valores estimados a partir de la medición de datos y los valores del mapa Global-PET, se ha realizado un análisis en los puntos específicos del mapa donde se ubica cada estación climática. Se verificaron los datos anuales y mensuales para todas las estaciones escogidas.

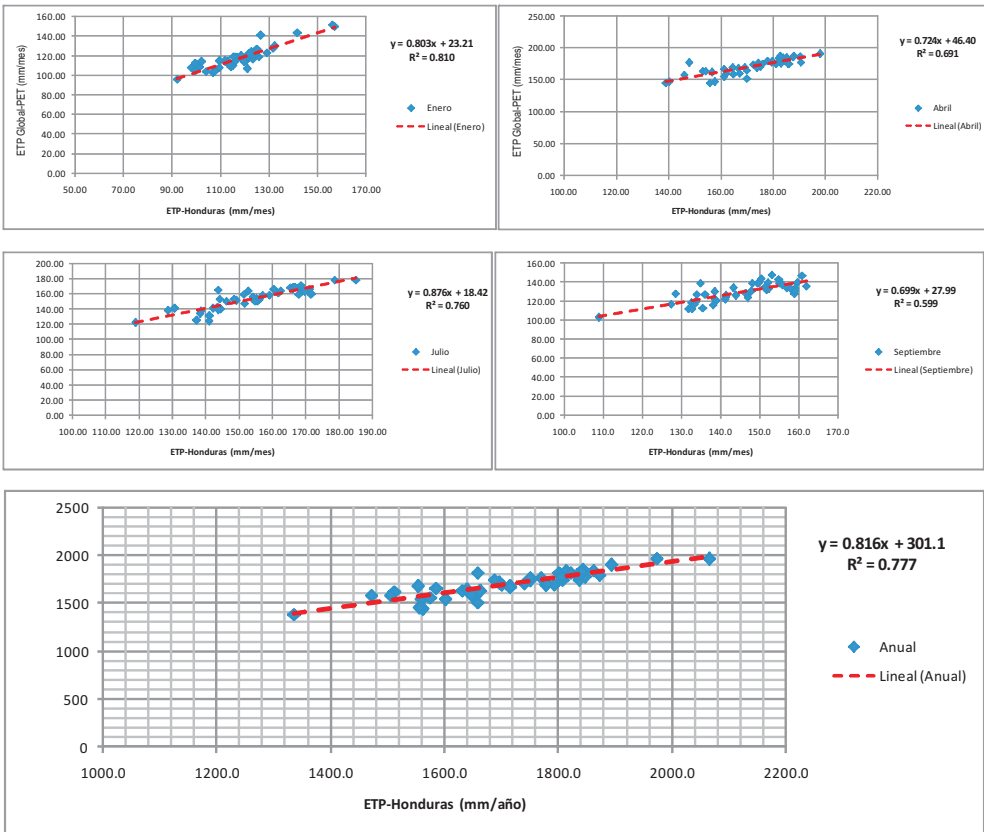
En el gráfico 6 se muestra una comparación visual de los diferentes valores en las estaciones, destacándose los datos que arrojan Marale, La Mesa y Santa Rosa de Copán, ya que son las estaciones que presentan las mayores diferencias a lo largo de todo el año. Septiembre es el mes con las mayores diferencias en todas las estaciones y los meses que más coinciden ambas series son abril y mayo.

Gráfico 6. Comparación visual de los valores de la ETP de Honduras y del mapa Global-PET



En el gráfico 7 se muestra la relación entre los valores obtenidos de las mediciones y del mapa Global-PET en cada estación. Además, se presentan las ecuaciones de regresión y el valor de R^2 para los meses de enero, abril, julio y septiembre y la comparación de los valores anuales.

Gráfico 7. Comparación entre los valores estimados de la ETP-Honduras y los valores del mapa Global-PET

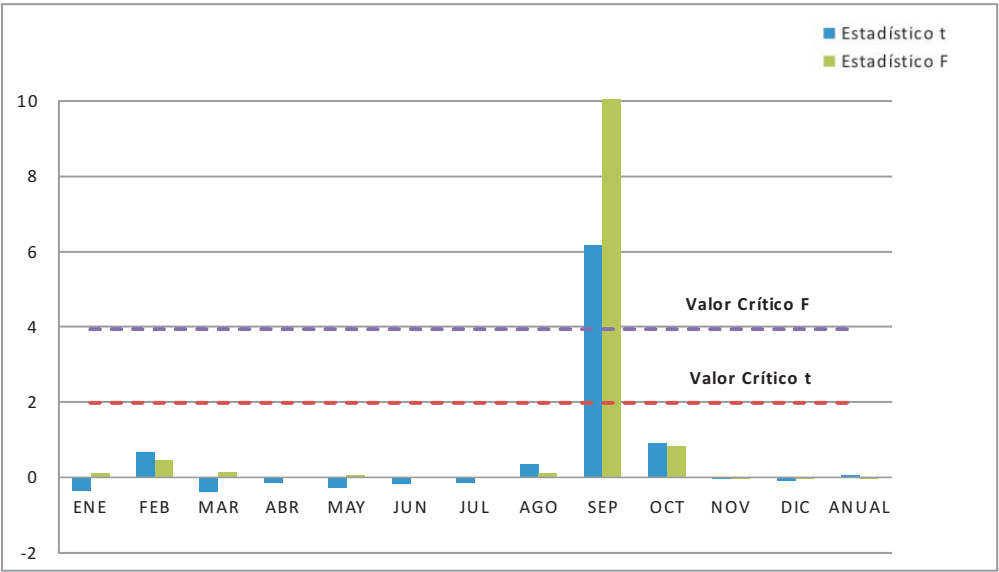


El cuadro 4 presenta los valores estadísticos de primer orden que caracteriza ambas series. Se puede observar que tanto las medias como las desviaciones estándar son muy similares. La mayor varianza en los datos estimados de la ETP se presenta en marzo, abril y mayo; mientras que en los valores obtenidos del mapa se observan en mayo, junio, julio y agosto. Septiembre es el mes que mayor diferencia presenta en la comparación de las medias (14.6 mm), entretanto el resto de los meses mantiene una diferencia en el promedio de ± 1 mm/mes.

Cuadro 4. Tabla comparativa de los valores estadísticos de primer orden

Mes	Media-ETP medida (mm)	Media- Global-ETP (mm)	Desviación estándar- ETP medida (mm)	Desviación estándar- Global-PET (mm)	Varianza- ETP medida	Varianza- Global-PET
Enero	116.9	117.8	14.9	11.3	220.9	128.4
Febrero	126.4	124.6	14.3	10.7	204.9	113.5
Marzo	164.9	166.0	16.9	12.0	285.7	144.9
Abril	170.5	170.9	16.5	12.0	273.7	143.6
Mayo	171.5	172.4	16.7	13.8	279.7	189.7
Junio	151.3	151.8	14.4	12.6	206.4	158.8
Julio	152.6	153.1	15.5	13.8	240.3	189.9
Agosto	155.1	154.1	14.9	12.2	221.2	148.9
Septiembre	143.7	129.1	13.0	10.0	169.9	100.0
Octubre	131.3	129.1	13.1	10.0	172.7	100.0
Noviembre	111.3	111.4	13.6	10.8	184.0	116.6
Diciembre	109.0	109.2	14.5	11.9	210.6	141.9
Anual	1704.6	1702.6	166.5	128.0	27733.5	16395.9

Gráfico 8. Resultados de los test t- student y ANOVA



Para probar la hipótesis de que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de la ETP estimados y el mapa Global-PET, se ha realizado la prueba de t-student a cada mes y a los datos anuales. Los resultados demuestran que no existen diferencias significativas entre ambas series de datos, excepto en el mes de septiembre.

También se realizó el test ANOVA que determina si existen diferencias significativas en las varianzas de las poblaciones (ver gráfico 8). Al igual que la media, las varianzas (y por tanto sus desviaciones típicas) tampoco mostraron diferencias significativas, excepto en el mes de septiembre.

Finalmente, para validar la relación existente entre ambas series de datos y determinar su nivel confianza, se han obtenido el coeficiente de correlación, el error cuadrático medio y se ha realizado la prueba de Chi cuadrado. En la inspección visual, las estaciones La Mesa, Marale y Santa Rosa de Copán presentaron las mayores diferencias entre los valores estimados y los del mapa Global-PET, por lo que se decidió eliminar estas estaciones del análisis.

El cuadro 5 muestra los resultados de los análisis estadísticos con todas las estaciones, mientras que en el cuadro 6 se muestran los resultados finalmente adoptados en la validación, dejando para futuras investigaciones el estudio en profundidad de las regiones donde se encuentran las estaciones separadas del análisis.

Cuadro 5. Todas las estaciones: coeficiente de correlación, error cuadrático medio (RMSE) y test de chi cuadrado

Mes	Coeficiente de correlación (r)	R ²	RMSE (mm)	RMSE ¹ (%)	χ^2
Enero	0.8020	0.6432	8.8	7.6	0.942
Febrero	0.7799	0.6082	9.0	7.2	0.948
Marzo	0.7730	0.5975	10.7	6.5	0.910
Abril	0.7405	0.5483	11.0	6.5	0.895
Mayo	0.7507	0.5635	11.0	6.4	0.916
Junio	0.6963	0.4849	10.5	7.0	0.924
Julio	0.7386	0.5456	10.6	7.0	0.908
Agosto	0.7080	0.5013	10.6	6.8	0.923
Septiembre	0.6228	0.3879	17.9	12.4	0.000
Octubre	0.7361	0.5419	9.0	6.9	0.974
Noviembre	0.7983	0.6373	8.1	7.3	0.985
Diciembre	0.8139	0.6624	8.3	7.7	0.960
Anual	0.7347	0.5398	112.0	6.6	0.888

¹ Porcentaje estimado en base a la media de la ETP de Honduras.

Cuadro 6. Coeficiente de correlación, error cuadrático medio y test de chi cuadrado sin las estaciones descartadas

Mes	Coeficiente de correlación (r)	R ²	RMSE (mm)	RMSE ¹ (%)	χ^2
Enero	0.9004	0.8107	5.4	4.7	1.000
Febrero	0.8709	0.7584	6.4	5.0	1.000
Marzo	0.8539	0.7292	7.2	4.4	1.000
Abril	0.8317	0.6917	7.6	4.5	1.000
Mayo	0.8901	0.7923	6.6	3.8	1.000
Junio	0.8772	0.7695	6.1	4.1	1.000
Julio	0.8720	0.7603	6.8	4.5	1.000
Agosto	0.8667	0.7511	6.6	4.3	1.000
Septiembre	0.7742	0.5994	16.6	11.6	0.000
Octubre	0.9030	0.8154	5.6	4.3	1.000
Noviembre	0.9110	0.8299	4.8	4.4	1.000
Diciembre	0.9192	0.845	4.9	4.5	1.000
Anual	0.8816	0.7773	66.2	3.9	1.000

¹ Porcentaje estimado en base a la media de la ETP de Honduras.

Comparando los valores de los cuadros 5 y 6 se aprecia que todos los meses, excepto septiembre, tienen la máxima valoración en el test de χ^2 , existe un incremento significativo en el coeficiente de correlación y una disminución importante en el error cuadrático medio.

Los resultados del cuadro 6 apoyan la hipótesis de que el mapa representa significativamente las estimaciones de la ETP mediante el método de Hargreaves en Honduras; sin embargo, existe una valoración muy pobre en la correlación, el RMSE y el valor de χ^2 para el mes de septiembre, lo que lleva a la conclusión de que este mes no puede ser validado.

CONCLUSIONES

1. El mapa Global-PET representa adecuadamente las estimaciones de la evapotranspiración potencial (ETP) mensual y anual calculadas, excepto para el mes de septiembre, por el método de Hargreaves en todas las estaciones del país analizadas, con un error medio de ± 6.2 mm a nivel mensual y ± 66.2 mm a nivel anual, lo que equivale a un 88.1 % de confianza.
2. La muestra obtenida del mapa Global-PET, cotejada con las estaciones de Honduras, demuestra que la interpolación utilizada para obtener el mapa es válida para todo el territorio hondureño, lo que significa que los mapas Global-

PET a nivel mensual (excepto septiembre) y anual puede ser utilizados para determinar la ETP media en cualquier punto de Honduras.

3. Existe un gradiente (único, lineal e inversamente proporcional) entre la ETP estimada por el método de Hargreaves y las elevaciones mayores a 150 msnm. A elevaciones menores existe una dispersión muy alta de los valores de la ETP, lo que sugiere que intervienen otros procesos en la ETP como, por ejemplo, la humedad relativa y la velocidad del viento, no considerados en la estimación de Hargreaves. Se puede inferir de las ecuaciones encontradas, que la ETP anual disminuye 32 mm por cada 100 metros de elevación a partir de los 150 msnm, con un 83.2 % de confianza.
4. De acuerdo a las estimaciones utilizando el método de Hargreaves, la ETP media anual en Honduras es de 1705 mm, con sus máximos en abril y mayo; y sus mínimos en noviembre, diciembre y enero. Las estaciones La Mesa, Marale y Santa Rosa de Copán, todas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, presentaron las mayores diferencias con los mapas Global-PET. La Mesa fue la estación con menor ETP del país, más bajo que la estación La Esperanza, el sitio con registros más fríos de Honduras. Los valores de La Mesa no corresponden con su ubicación geográfica, misma situación que Marale y Santa Rosa de Copán, por lo que se debe realizar un estudio más detallado alrededor de estas estaciones para verificar la validez de esta estimación.
5. Aunque el esfuerzo por medir datos climáticos es valioso, la sola medición no garantiza que el dato obtenido pueda utilizarse en estudios posteriores. Cuarenta y ocho (48) estaciones meteorológicas del país que miden temperatura han servido de base a este estudio de 79 disponibles y de estas 48 estaciones el dato de temperatura media mensual no fue consistente, por lo que se descartó y se estimó a partir de otros parámetros. Las autoridades competentes deben analizar una forma de evaluación y homogenización institucional de los registros de las estaciones.
6. Los mapas mensuales, excepto septiembre, y anual de Global-PET representan una nueva base de datos validada a nivel nacional, sin costo alguno y accesible desde internet para quien quiera hacer uso de ella. Para estimar la ETP diaria o semanal requerida, solo basta identificar la zona de interés, obtener el dato mensual de la ETP y dividirlo entre el número de semanas o días, según sea el caso.

Literatura de viajes para la Honduras decimonónica: Visiones, invenciones e intervenciones. Representaciones, alteridad y contexto colonialista en exploraciones y aventuras en Honduras

Miguel Barahona¹

RESUMEN

La literatura viajera contiene una función histórica documental y una doble articulación: la intimista y la egocéntrica como producto de la ideología del autor narrador; así, a partir de esta premisa se realiza un análisis del libro de William Vincent Wells (1982), *Exploraciones y Aventuras en Honduras*.

Con este estudio se intenta conceptualizar las diferentes percepciones del viajero con respecto a una sola realidad, pero enfocada desde las siguientes temáticas: las distintas percepciones de una realidad y los imaginarios e interpretaciones de la nación, desde el aspecto económico y social.

La literatura viajera contiene una función histórica documental y una doble articulación: la intimista y la egocéntrica como producto de la ideología del autor narrador; así, a partir de esta premisa se realiza un análisis del libro de Wells (1982).

Con este estudio se intentan conceptualizar las diferentes percepciones del viajero con respecto a una sola realidad, pero enfocada desde las siguientes temáticas: las distintas percepciones de una realidad y los imaginarios e interpretaciones de la nación, desde el aspecto económico y social.

En este estudio quedó evidenciado que en el libro de William V Wells, la historia y la literatura aportan datos para aproximarse a través de un estudio filológico a la sociedad en un determinado periodo de tiempo.

Palabras clave: imperialismo, intervencionismo, exploraciones, William V. Wells, imaginarios, viajeros por Honduras siglo XIX, viajes.

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Humanidades y Artes, Escuela de Letras. Correo electrónico: mbarahona@unah.edu.hn

ABSTRACT

Traveler literature includes a historical-documentary function and a double articulation: the intimate one and the self-centered one as a result of the ideology of the narrator author; thus, from this premise, an analysis about William Vincent Wells Book (1982) has carried out, Explorations and Adventures in Honduras.

This study, has tried to conceptualize the different perceptions of the traveler regarding to an alone reality but focused from the following subject matters: the distinct perceptions of a reality and the imaginaries and the country interpretations, from the economic and social aspect.

In this studio remains demonstrated that William V Wells's book, the history and literature provides data to approach through a philological study to the society in a certain period of time.

Keywords: imperialism, interventionism, scans, William V. Wells, imaginary, Honduras travelers nineteenth century, travels, and Central America.

“Lo primero que se reconoce es la pérdida de la patria...”. Edward Said

INTRODUCCIÓN

Es preciso indicar que en este estudio de naturaleza ensayística el presupuesto fundamental se basa en que la literatura de viajes,² con relación al autor-viajero, refleja una doble articulación: la íntima, desde la óptica de la descripción y la perspectiva universalista egocéntrica generada por el contacto cultural que tiene el autor-narrador al visitar nuevas regiones que le resultan exuberantes y desconocidas.

Y es que el viaje desde el punto de vista literario es un entramado recurrente donde

² En un artículo publicado en *Istmo* se hizo una apología sobre la literatura viajera donde se explica lo siguiente: “La literatura de viaje es un subgénero dentro de la narrativa que ha existido a lo largo de los siglos y que ha ido evolucionando. A través de este subgénero literario se puede conocer, desde variados puntos de vista, la geografía, la cultura y la historia de los países; así también la personalidad del autor en conjunto con los datos autobiográficos. El vínculo que existe entre el viaje y la aventura hace que esta literatura siempre haya sido recibida con beneplácito por el público lector en diferentes épocas. De esta forma las diferentes modas, sucesos históricos, descubrimientos de distintas culturas se daban a conocer desde el punto de vista del viajero” (Miguel Barahona, 2007).

desde el punto de vista de los individuos, las razones del viaje, la relación entre los preceptos ideológicos del viajero en cuanto a la concepción de la sociedad visitada y la vinculación directa e indirecta con los individuos que la conforman.

2. Imaginarios e interpretaciones de la nación desde el aspecto económico y social.

Pertenece a esa experiencia cotidiana de los viajeros de asimilar lo más rápida y posible la idea del entorno social visitado. En consecuencia, utilizan como mecanismo los metadiscursos basados en grandes paradigmas de la interpretación del mundo y de la sociedad de acuerdo a sus habitantes. Pero, esta visión empírica los hará caer en ideologías dogmáticas.

Finalmente, esta manera particular de ver las relaciones entre los ciudadanos, dará lugar a una reinterpretación homogeneizadora y trivial acerca de los habitantes, es decir, el conocimiento de esa supuesta realidad hará que el autor viajero la trate de traducir y transmitir al lector desde su prisma personal.

EL PUNTO DE VISTA DE LOS INDIVIDUOS, LAS RAZONES DEL VIAJE

Las perspectivas narratológicas del punto de vista en los textos de viajes decimonónicos se diferencian de un autor a otro por ciertos aspectos sobresalientes; por ejemplo, espacio, tiempo y género, además de comparar el lugar de procedencia del viajero, quien confronta sus preceptos morales y conceptos personales, colocándolos como digno ejemplo a seguir en la sociedad que visita.

A su vez, estas conceptualizaciones van a generar un segundo momento, es decir, un desdoblamiento que parte de la formación y transformación de una realidad, la cual estará acorde con la formación de distintos conceptos implícitos en el viajero.

La primera conceptualización trata sobre los puntos de vista de los individuos, ya que desde esta óptica particular dependerán todas las motivaciones viajeras del autor. Los antecedentes previos de la visita a un país extranjero son diversos y en William V. Wells el propósito del viaje se refleja como un elemento dinamizador, puesto que desde el inicio del libro informa acerca de su finalidad:

A principios de 1854 salí de San Francisco, California, para visitar Centro América con el propósito de obtener ciertas concesiones mineras y comerciales del Gobierno de Honduras... La empresa, que surgió de un comerciante de Nueva York, había pasado de mano en mano, hasta que los papeles y los documentos relacionados con la misma fueron a parar a California... Se consideraba la oportunidad como peculiarmente favorable a

una feliz negociación con el pueblo de Centro América y especialmente con el de Honduras (Wells: 5-6).

La motivación de Wells es, en primera instancia, de índole comercial, pero también dice que:

“Al salir de California no tenía más propósito que el de informar a varios amigos de San Francisco que se habían interesado en mi empresa encaminada a conseguir del Gobierno de Honduras el derecho de explotar yacimientos de oro y de establecer estaciones comerciales para la exportación de pieles, maderas de construcción, maderas de tinte y otros objetos de valor, por el río Guayape o Patuca desde el departamento de Olancha, más al considerar lo poco conocida que, entonces, era Honduras resolví, además de cumplir con los deberes que específicamente me había trazado, dedicar parte de cada día a llevar un registro de los acontecimientos que me sucedieron y que abarcaran las peculiaridades de carácter de costumbres y las ocurrencias generales del viaje en medio de un pueblo aislado y primitivo...” (Wells: iii-iv).

A través de estas palabras el autor va perfilando su entera manifestación de recrear en su escrito una mezcla de manifestaciones y expresiones de lo observado y vivido a través de la aventura viajera que vive en el día a día mediante la geografía y la diversidad natural y de ambientes del país que visita, tal como lo afirma Mary Pratt (1992:63), quien habla de la sistematización que se puede percibir en los propósitos del viaje: “...El surgimiento de la explotación interior, el relevo cartográfico sistemático de la superficie del globo, se correlaciona con una amplia búsqueda de mercados, recursos comercialmente explotable y tierras para colonizar”.

A continuación se presenta un ejemplo de lo anterior en la narrativa de Wells:

“Con esta mira, durante mi viaje de cerca de un año, que se extendió a más de mil millas, la mayor parte a lomo de mula y visitando en ese lapso treinta y ocho ciudades y aldeas, reuní todo cuanto me pareció a propósito para arrojar luz sobre la historia y recursos naturales del país. Monedas, retratos, muestras botánicas, mineralogía y ornitológicas, folletos de toda clase, publicaciones durante cincuenta años en la prensa local, viejos libros, gacetas, diarios y manuscritos y una serie de dibujos ejecutados por el señor Lazo, de

Tegucigalpa que me acompañó a Olancho, me permitieron al regreso reunir hechos suficientes para merecer su incorporación en la forma de libro impreso. Se me extraviaron algunos de mis retratos, mapas y vistas de paisajes más importantes, que no podrán reemplazar con exactitud” (Wells: iv-v).

Esta motivación remite a una consideración y categorización del viaje a través de diferentes manifestaciones, tales como la ubicación geográfica del país visitado, el clima, la naturaleza, los caminos, los poblados, los paisajes, la gente, las costumbres, entre otros.

Al leer estas motivaciones viajeras el contraste de diferencias es complejo, ya que por medio de estas diversidades se reconocen distintas motivaciones del autor, que va desde su procedencia, estatus social, momento del viaje, género, recorrido territorial, desarrollo del periplo y además un propósito principal, que en el caso de Wells es de índole estrictamente comercial y político.⁵

La concepción de la sociedad visitada

La visión que se tiene por parte de los viajeros de la sociedad visitada responderá a la comprensión de un sinnúmero de fenómenos observados, es decir, a cierta visión fundamentada generalmente en una serie de prejuicios que no constituyen el conocimiento auténtico de la sociedad que visitan y sobre los espacios de los que se apropian de forma incómoda por medio de una gran cantidad de imágenes, que no solo son limitadas y esnobistas, sino también distorsionadas.

En el modelo de la literatura de viaje, concebir la sociedad visitada equivale a reinterpretar, o sea, que la mirada inquisidora del viajero observa, interpreta, revaloriza y crítica; aunque no es absolutamente necesario hacer que la realidad vista se relacione con la que existe, se percibe o se describe. Esto se refiere a la noción humana de creer que una realidad pasa siempre por la lente y la distancia dicotómica, aquella que se basa en la relación asimétrica que hay entre ver e interpretar. Esta lente de cristal posee un filtro intermedio y subjetivo, relacionado

⁵ Wells al iniciar su relato de viaje de inmediato introduce el único propósito “El viaje, del cual las páginas siguientes forman un diario complementado después con datos reunidos en Honduras, fue concebido en California en 1853 y basado en información, digna de confianza, que desde 1851 había sido puesta en mis manos, referente a las regiones auríferas de Centro América. Su principal objeto era llevar a cabo un reconocimiento en la parte de la República de Honduras conocida como Olancho, que en 1850 había sido visitada por un ciudadano que ahora reside en Nueva York y que, según él, era otra “California” igualando al nuevo El Dorado en depósitos auríferos y aventajándolo en posición y accesibilidad y que el Gobierno de Honduras había manifestado su disposición favorable hacia las empresas extranjeras...” (1982: I-II).

de forma directa, por ejemplo, con la procedencia del viajero-autor, de la ideología personal, del género y en particular del espacio recorrido y del tiempo del viaje.

Según la definición en el diccionario de la RAE (2007: 397) de interpretar, esta se define como explicar o declarar el sentido de algo y principalmente el de un texto; traducir de una lengua a otra, sobre todo cuando se hace oralmente; explicar acciones, dichos o sucesos que pueden ser entendidos de diferentes modos; y concebir, ordenar o expresar de un modo personal la realidad. Pero, también interpretar es conjeturar y el escritor viajero responde a esta interpretación como el único método de validación al momento de describir la cultura hondureña, aproximando su lógica descriptiva hasta cierto punto perceptible en el discurso escrito.

De esta forma, cada argumentación va acompañada de una lógica personal cualitativa y cuantitativa. Esta reinterpretación es eminentemente subjetiva y va a crear un serio conflicto entre el texto mostrado y la valoración de la realidad. Y es que el argumento escritural es una mera referencia a través de un lenguaje configurado en palabras.

Sobre esta problemática de la interpretación cultural, Clifford Geertz (1990) señala que para describir y analizar una cultura, primero se deben desentrañar todas las estructuras de significación; es decir, conocer sus códigos, el campo social, discernir y descifrar el contexto, distinguiendo las diferentes estructuras y después de hacer todo esto, sigue conocer la razón y el porqué de la actuación de los individuos en esa cultura particular:

La cultura es un documento activo, es pues pública. Aunque contiene ideas, la cultura no existe en la cabeza de alguien; aunque no es física, no es una entidad oculta. El interminable debate en el seno de la antropología sobre si la cultura es 'subjetiva' u 'objetiva' junto con el intercambio recíproco de insultos intelectuales ('idealista', 'mentalista', 'conductista', 'impresionista', 'positivista') que lo acompaña, está por entero mal planteada. Una vez que la conducta humana es vista como acción simbólica -acción que, lo mismo que la fonación en el habla, el color en la pintura, las líneas en la escritura o el sonido en la música significa algo- pierde sentido la cuestión de saber si la cultura es conducta estructurada o una estructura de la mente o hasta las dos cosas juntas mezcladas (Geertz, 1982: 20-21).

En conclusión, en los viajes, interpretar es tener una copresencia en el lugar,

conocer la historia de la sociedad y saber de todas las relaciones sociales, ya que la literatura de viajes no solo se trata de describir, sino también de traducir, de interpretar la realidad visitada y esto únicamente es posible al observar, conversar, tratar a los individuos, establecer relaciones, conocer la rutina, las costumbres; en sí, es conocer cada parte de ese universo cultural. Al respecto, Paul Ricoeur (2004:17) indica que “un mensaje es intencional, es pensado por alguien, es arbitrario y contingente”, por lo cual dentro del texto viajero de Wells se desarrolla una descripción de la sociedad hondureña basada en un mensaje narrativo, reflejado por medio de la intencionalidad, positiva o negativa, del autor.

Esa aprehensión de la cultura solamente es una simple aproximación finita que parte de un criterio individual, hacia el postulado de una realidad, pero que difícilmente se acerca a la realidad concreta. La posición del autor se da en tratar de representar las entidades culturales, en particular fundamentado en su apreciación, al utilizar el método comparativo de los entes, es así que el autor debe conocer primero las personas, la culturas y los espacios sociales, combinando esta comparación con cada uno de los hechos observados.

Estas descripciones viajeras tienen un significado propio y cerrado, definido por la relación puramente externa que se da entre el sujeto visitante y los sujetos visitados. Por ejemplo, hablando de los significados en el siglo XIX, resalta que en todos los libros de viajes se debe considerar la procedencia del autor, pues incide de forma directa si este tiene raíces norteamericanas o europeas, mujer u hombre, puesto que en los constructos literarios viajeros se van a erigir en discursos descriptivos muy sui géneris conforme a lo que puede representar la figura del viajero.

Cada autor construye el relato basándose en criterios específicos caracterizados por aspectos relevantes como el pensamiento ideológico, la sociedad de donde viene, de la formación académica y de la experiencia viajera. Así, la descripción de la sociedad hondureña aparece en el texto de Wells como la de un mundo muy particular, con un sinnúmero de interacciones, de oposiciones, de diferencias constitutivas, es decir, la sociedad hondureña decimonónica propuesta en este libro se muestra unidimensional en una constante oposición a ese “yo” representado en la figura de Wells. A pesar de que el periplo se da en distintas entidades sociales y culturales hondureñas, la descripción “wellsiana” es una construcción sintética reductible, negativa, presentando la realidad como una invención y una reconstrucción de las apariencias y de las experiencias del viaje.

Todas estas perspectivas de la concepción de la sociedad se basan en la descripción de la supuesta realidad y, al mismo tiempo, en la interpretación de esta

aplicada a la sociedad hondureña. Criterios muy subjetivos son instaurados y aplicados y además validados por Wells, pero en definitiva, se considera que estas concepciones son muy particulares y esnobistas, tal como se puede apreciar en la siguiente cita:

Los habitantes aparte de los miembros dignos y en extremo corteses de las viejas y ricas familias, muestran una extraña combinación de urbanidad, sencillez, sutileza y desfachatez y, sobre todo, una indescriptible indiferencia en sus rostros, que confunde al extranjero hasta que a este, por fuerza de la costumbre, se le hace familiar, se paran a espiar dentro de las ventanas para escudriñar a uno en el acto de vestirse, y al encontrarse con los ojos de uno, se vuelven y hacen una reverencia digna de un Chesterfield; ponen sus hogares y todo lo de ellos a nuestra disposición, pero están prestos a redondear al siguiente día cualquier negocio leonino a costillas de uno y así hasta el fin. Como todos los españoles o mestizos españoles, son grandes tahúres... Estos les viene de sus ancestros; y en relación con los hábitos de pereza en un gran sector de la clase media..." (Wells: 175-176).

La cita anterior aplica a lo que se denominó como la visión instruida del viajero, pues el norteamericano transmite esa mirada del mundo a través de su "ojo instruido masculino que sostenía un sistema que podía familiarizar (naturalizar) los nuevos sitios- vistas inmediatamente y por contacto al incorporarlos al sistema del lenguaje" (Pratt, 1992:64).

Esta narración de Wells conduce a una serie de particularidades al tratar de hacer un análisis de los fenómenos sociales significativos que dan cuenta de esa visión subjetiva humana que persiste en la óptica de este viajero decimonónico, al irrumpir en los diferentes estratos sociales hondureños.

Así, a partir del análisis de esa visión subjetiva, se observa que Wells muestra los fenómenos sociales como simples fenómenos de significación, por ejemplo el caso donde manifiesta que: "el hondureño es un haragán,⁶ es tahúr y esto ha sido

⁶ Esa marca de holgazanería y pereza también es impuesta a las descripciones de los hondureños desde una mirada viajera a ciertos individuos dentro de la sociedad hondureña, misma que es señalada por el alemán Jegór Von Sivers, quien en el libro *A través de Madeira, las Antillas y Centro América. Memorias de viaje e investigaciones*, publicado en 1861, dice: "Aquí en la costa es bastante numeroso el grupo de los criollos superando a estos el grupo de los llamados negros, quienes se destacan de los demás grupos respecto a la comprensión y al talento, pero lástima que son los más inútiles". (Yaxkin, 2009).

⁷ Ídem.

heredado por los colonizadores españoles”.⁷ Estas frases despectivas serán de uso común a lo largo del escrito, ya que el norteamericano utiliza este lenguaje como medio privilegiado del valor semántico de las palabras, para describir subjetivamente a la sociedad visitada.

Desde el punto de vista personal del autor, es posible percibir que solo él posee un relativo conocimiento social y una pobre comprensión de la sociedad que apenas viene conociendo. Sus palabras no logran transmitir de forma directa y clara la realidad, sino que únicamente lo hace a partir de mediaciones y de expresiones subjetivas, denominadas por Pratt como “resemantización” global (1992:64).

En este sentido, se puede señalar que los sujetos sociales no se dan a conocer por sí mismos directamente, sino que se presentan al lector por medio de signos transfigurados en la memoria, el recuerdo y las palabras, convenciones generadas por aquellos imaginarios que el escritor se apropia y particulariza acerca de la cultura que de buena forma lo acogió dignamente.

Estos señalamientos injustos hacia los hondureños, de los que hace acopio Wells, son el producto de errores de apreciación. Al respecto, las palabras de Amy Gutman (2008:9) señalan y plantean diversas disyuntivas sobre el hecho, de un error de apreciación que puede tener un viajero al tomar grupos identitarios como única fuente para asignarle un valor colectivo:

...Cuando se identifica a las personas en términos de blanco o negro, varón o mujer, irlandés o árabe, católico o judío, sordo o mudo, se recurre a estereotipos de raza, género, ascendencia étnica, religión o discapacidad y se les niega la individualidad que resulta de su propio carácter distintivo y de la libertad de adhesión según su voluntad. Cuando los individuos mismos, a causa de haber sido identificados con cierto grupo, se reconocen por su raza, ascendencia étnica o religión, suelen generarse actitudes hostiles hacia otros grupos y un sentimiento de superioridad sobre los demás. Con frecuencia, los grupos rivalizan unos con otros sin concesiones y sacrifican la justicia e incluso la paz con tal de reivindicar su superioridad como grupo.

Los viajeros no pueden señalar una igualdad de sujetos sociales, peor aún en cuestiones de grupos identitarios. En *Exploraciones y Aventuras en Honduras*, Wells se da a la tarea de fomentar estereotipos⁸ que por lo general son negativos, además peca al tratar de incitar al lector a considerar el fenómeno cultural a través

⁷ Ídem.

de marcadores sociales muy individuales; por ejemplo, Wells condiciona a todos los hondureños como tahúres, haraganes, ociosos, vagabundos, lisonjeros; en vez de reconocer que más allá de ciertos aspectos sociales adversos, existen otros talentos positivos. Igualmente, este autor identifica la holgazanería con la procedencia geográfica del sujeto: “es tan haragán como un olanchano” (Wells: 348). De hecho, en esta frase seguimos percibiendo los estereotipos de carácter particular, bastantes frecuentados por el autor, al describir a cada habitante de Honduras.

En la actualidad es posible reconocer el hecho de que “la traducción cultural” se pregunte cómo se puede comprender la cultura, pero en el siglo XIX era imposible hacerse esta interrogante, puesto que las ideas de los viajeros al tratar de traducir la cultura se fundamentaban tan solo en el hecho del conocimiento mediado y apropiado desde el punto de vista estrictamente personal. Siempre, estos enfoques del autor observador, tenían su base en conceptos e indicios referenciales vistos desde el propio caleidoscopio cultural, por el cual va a traducir y clasificar la realidad de los otros, que son los visitados.

En su momento, Gertz (1990: 23) plantea y explica estas interpretaciones expresadas en los escritos viajeros que describen una cultura: “este hecho que lo que nosotros llamamos datos son realmente interpretaciones de otras personas de lo que ellas piensan y sienten”. La siguiente cita de Wells confirma lo que Gertz sostiene:

Fastidiado de tanto andar a caballo, desfallecido por el agotamiento y el hambre, usted se desmonta y después de saltar los charcos y zanjas, busca a tientas la entrada de la choza más grande entre una colección de ahumadas barracas de adobe, que más parecen moradas de hotentotes que de seres semicivilizados. Usted se contiene de no abrir la puerta, recordando a los perros, ante cuyos colmillos ni las botas, ni las sobrebotas son suficientes. Entonces usted grita en un argentino castellano, rogando ser admitido y la respuesta es un gruñido. Si usted agrega un aliciente pecuniario en un castellano más elocuente, la respuesta es una algaraza de chiquillos que chillan en coro y el regaño de la señora despertando a

⁸ Acerca de los estereotipos con referencia a lo haragán en los iberoamericanos, llama la atención lo que dice Jean Plumyene al respecto de la pereza española en el libro Catálogo de necedades que los europeos se aplican mutuamente: “Hay unanimidad en Europa. Los españoles son perezosos... pues el pueblo español nunca se siente tentado por el trabajo, a menos que concurra una necesidad irresistible, ya que no descubre ventaja alguna de la industria... El misticismo y el instinto de gozar, que constituyen el fondo del carácter español, se ponen de acuerdo para fomentar la inactividad en España, tanto a base de contemplación como de despreocupación, o de ir pasando de una a otra (la alternancia, fenómeno profundamente español). Todo su ser, es decir, su instinto sostenido por su razón, le dice que ahí está el bien soberano y que, por lo demás, 'la vida es sueño'” (1973: 61-62).

su compañero dormilón, a quien ordena abrir la puerta a los extraños... Por fin la puerta se abre y usted obtiene permiso para poder ocupar el suelo por la noche o tal vez para colgar la hamaca de las vigas (1982: 227).

La cita que se presenta a continuación es un pasaje de Wells en donde el autor observa y clasifica cierto hecho ocurrido en la sociedad de Honduras, desde su propia y particular óptica cultural:

El sistema de mezclar las sangres se ha introducido en Honduras durante los últimos treinta años, casi ha borrado la línea divisoria entre los blancos y los negros. Esto es, quizás, la mayor desgracia que ha podido sobrevenirle al país. La mezcla de los vástagos del negro, del blanco y del indio ha perpetuado en esa república una raza que recorre la gama de colores del chocolate a la crema. Se puede ver en raras ocasiones un blanco entre los descendientes de las viejas familias aristocráticas de España que, celosamente, han evitado matrimonio con indios o con negros, pero en estos casos excepcionales y con el actual aumento numérico de las otras razas, pareciera que se contempla la exterminación eventual de la raza caucásica con un resignado desaliento (1982: 169).

Dentro de este pasaje de Wells, la palabra clave es *raza*, como una definición particular basada en un sentimiento encontrado que parte desde la superioridad racial, hasta llegar a las sensaciones e intuiciones; pero, en todo caso, la explicación particular del abstracto racista y despectivo, donde el mismo Wells opina que la mezcla interracial⁹ conlleva sin lugar a dudas a la “terminación eventual de la raza caucásica”.

⁹ Pedro Yurita (1967: 107-110), en el artículo *Nomenclatura etnográfica popular durante a la colonia*, aporta sobre la fusión de las razas indígenas y españolas que dio inicio al mestizaje:

Casta de ladinos	1. Blanco	2. India	Mestizo	1 parte sangre blanca	
	= Mestizo			1 parte sangre india	

				2 partes	
Casta criollos	1. Blanca	2. Blanca	Ladina	3 partes sangre blanca	
	=Blanco			1 parte sangre india	

				4 partes	
	1. Blanca	2. Blanca	Criolla	7 partes sangre blanca	
	=Blanco	3. Blanco		4. Blanca	1 parte sangre india
		= Blanco		5. Blanco	6. Indio
			= Mestizo	8 partes	

En resumen, los fragmentos textuales presentados dejan expuesta la conjetura sobre la “dimensión fragmentaria”, que desde la perspectiva antropológica se define como la expresión de contacto entre el «yo» superior y los «otros» inferiores; del tal modo que los textos narrativos de Wells son trazos informativos que manifiestan un cierto nivel de comparación cualitativo, cuantitativo, informal y empírico.

CONSIDERACIONES FINALES

En este libro de literatura viajera se observa que el escritor actúa como un crítico colonial o un intelectual “de frontera”, mismo que parece navegar en el espacio del “otro” visitado, posicionando al país visitado entre el más marginal en comparación al país de procedencia.

En los espacios de los discursos de las identidades, propiamente las encontradas en el texto, se producen algunos limitados efectos de demostración, pues no es posible apreciar la verificación de una realidad integrada, es decir, que William V. Wells hace muchas veces distintas reflexiones como crítico de lo que mira, pero con una visión miope y muy complaciente, con relación a esos *ojos extranjeros* que hacen de cada una de sus palabras una seductora parábola.

El viajero narra por medio de su único punto de vista, el personal. Por lo general, estas referencias escriturales están muy alejadas de la realidad de la Honduras del siglo XIX; lo cual se puede apreciar si hacemos una lectura filológica del libro. Al mismo tiempo, se puede observar la relación que existe entre los discursos del viajero con un alto grado de connotación nacionalista, racista y egocéntrica; y los discursos textuales que desbordan una crítica sórdida, en especial, cuando hace referencias sobre género, etnicidad y comportamiento sociocultural.

Al respecto, se debe recordar que, históricamente, a mediados del siglo XIX, Honduras está pasando una época de transiciones, la posindependista, seguida por el corto período del sueño confederativo y, por último, precisamente por esos años del periplo de Wells, la nación se encuentra en la búsqueda constante de sentar las bases económica y sociales para consolidar un gobierno republicano.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación Científica y Posgrado de la UNAH, en especial a su directora, Leticia Salomón, y a su grupo de trabajo por auspiciar la beca de investigación para la tesis.

Ecoepidemiología de la *Leishmaniasis cutánea* no ulcerada en Honduras

Wilfredo Sosa-Ochoa^{1,4}, Xochitl Morales Cortedano², Silvia Argüello², Concepción Zuniga³, Jessica Henríquez³, Rosa Mejía³, Angel Mejía⁴, Gabriela Araujo⁴, Carmen Sandoval⁴, Doris Quan⁴

RESUMEN

La leishmaniasis es una enfermedad infecciosa causada por un protozoo del género *Leishmania*. En Honduras es una importante causa de morbilidad. El propósito del estudio fue caracterizar la eco epidemiología de la leishmaniasis cutánea no ulcerada (LCNU) en Honduras. Se seleccionaron 4 municipios endémicos a LCNU (Amapala, San Francisco de Coray, Reitoca y Alubarén).

Para realizar la captura de *Lutzomyia* se usaron trampas miniatura tipo CDC, los individuos capturados fueron identificados según los criterios de Young & Duncan. Se realizaron búsquedas de pacientes en conjunto con personal de la Secretaría de Salud de Honduras para realizar la caracterización de las especies de *Leishmania* usando PCR. Se determinó la ingesta alimenticia de las hembras ingurgitadas utilizando la amplificación de ITS de los principales animales domésticos y humanos. Se colectaron 156 muestras de pacientes con sospecha clínica de LCNU 130 (83.33 %), resultaron positivas a *Leishmania spp.*, siendo *Leishmania infantum/chagasi* la única especie circulante en la zona.

Por medio de la utilización de criterios de Young & Duncan, se logró identificar un total de 5,951 *Lutzomyia*, de la cuales 3,543 (60 %) son machos y 2,404 (40 %) son hembras con o sin ingesta de sangre. De esta población de insectos capturados, se identificaron diez especies de *Lutzomyia*, siendo *Lu. longipalpis*, *Lu. evansi* y *Lu. cruciata* las de mayor predominio. Los cuatro municipios presentaron una baja diversidad de especies de *Lutzomyia* ($D_{Mg}=1.04$). Se analizaron 450 hembras ingurgitadas de las especies: *Lu. longipalpis*, *Lu. cruciata*, *Lu. evansi*, *Lu. chiapanensis* y *Lu. sanguinaria*. Las principales fuentes alimenticias encontradas

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología, Grupo de Investigación de Parasitología. Correo electrónico: will.sosa.ochoa@gmail.com; wilfredo.sosa@unah.edu.hn

² Universidad Nacional de Costa Rica. Maestría en Enfermedades Tropicales.

³ Secretaría de Salud de Honduras.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología, Departamento de Investigación de Parasitología. Correo electrónico: will.sosa.ochoa@gmail.com; wilfredo.sosa@unah.edu.hn

fueron: *Gallus gallus*, *Sus scrofa*, *Canis familiaris*. Se encontró una tasa de infección del 0.27 %, encontrándose a *Lu. longipalpis* infectada con *Leishmania infantum/chagasi*. Con este estudio se logró caracterizar la eco epidemiología de la LCNU en Honduras, confirmando a *L. chagasi/infantum* como el principal agente etiológico y a *Lu. longipalpis* su principal vector.

Palabras clave: *Lutzomyia longipalpis*, *Lutzomyia evansi*, *Leishmania infantum/chagasi*, fuentes alimenticias

ABSTRACT

Leishmaniasis is an infectious disease caused by the *Leishmania* protozoon. In Honduras, it's an important cause of morbidity. This study's objective was to characterize the Eco-epidemiology of Non Ulcerated Cutaneous Leishmaniasis (NUCL) in Honduras. Four NUCL endemic counties were selected (Amapala, San Francisco de Coray, Reitoca y Alubaren).

In order to capture the *Lutzomyia*, CDC traps were used according the Young & Duncan criteria for the taxonomic identification. The patients were found in conjunction with the Honduran Ministry of Health to execute the molecular characterization of the *Leishmania* species using PCR. Also, through the ITS amplification, we determined that those female sandflies, fed mainly from domestic animals and human blood. 156 samples from clinical suspicion for NUCL from which 130 (83.33 %) were positive for *Leishmania spp*, and *Leishmania chagasi/infantumi* was the only characterized specie.

Using the Young & Duncan criteria, 5,951 sandflies were identified, 3,543 (60 %) male and 2,404 (40 %) females. Among the captured insects, 10 sandflies species were identified and the most predominant were *Lu. longipalpis*, *Lu. evansi* and *Lu. cruciata*. The four counties presented low sandflies specie diversity ($D_{Mg}=1.04$). 450 engorged by these species were analyzed: *Lu. longipalpis*, *Lu. cruciata*, *Lu. evansi*, *Lu. chiapanensis* and *Lu. sanguinaria*. The main food sources found were: *Gallus gallus*, *Sus scrofa* and *Canis familiaris*. The infection rate found was of 0.27%, *Lu. longipalpis* infected with *Leishmania infantum/chagasi*. With this study, the eco-epidemiology of NUCL was characterized, confirming the *L. chagasi/infantum* as the main etiologic agent, *Lu. longipalpis* as its main vector, and *Canis familiaris* as the insects' main food source.

Keywords: *Lutzomyia longipalpis*, *Lutzomyia evansi*, *Leishmania infantum/chagasi*, Blood Meal.

INTRODUCCIÓN

En Honduras existen cuatro formas clínicas de las leishmaniasis: cutánea ulcerada, muco cutánea, visceral y cutánea no ulcerada. Las formas de leishmaniasis cutánea difusa y recidivante son excepcionales. Se considera a las diferentes formas clínicas como un grupo de enfermedades que se distribuyen en forma endémica en varias zonas geográficas, afectando poblaciones rurales que penetran a zonas boscosas y húmedas (leishmaniasis cutánea ulcerada y muco cutánea) o bien zonas semidesérticas y secas (leishmaniasis visceral y cutánea no ulcerada) para establecerse en viviendas precarias en donde el vector se encuentra en su hábitat natural. Existe un subregistro de los casos, ya que gran número de los afectados viven en zonas alejadas y de difícil acceso a los servicios de salud.

En nuestro país, la leishmaniasis se encuentra distribuida en 12 departamentos (Programa Nacional de Leishmaniasis, 2007), siendo la cutánea no ulcerada la forma más común de la enfermedad, en la zona sur del país, cuyo principal agente etiológico es *L. infantum/chagasi*.

La primera descripción de esta nueva forma clínica de leishmaniasis en Honduras ocurrió en el municipio de Amapala, Isla del Tigre, al observarse (Ponce, 1991) dichas lesiones cutáneas en niños, familiares y vecinos de pacientes con leishmaniasis visceral y que no respondían a tratamientos contra otras enfermedades, principalmente la lepra. A la mayoría de los pacientes con este tipo de leishmaniasis les llaman leprosos y es un fenómeno de estigmatización y discriminación social por parte de la comunidad donde residen.

Además, uno de los principales riesgos de padecer este tipo de manifestación clínica de la leishmaniasis, es el proceso hacia la visceralización en niños menores de cinco años con problemas nutricionales, ya que el Laboratorio de Referencia de Leishmaniasis de la Secretaría de Salud de Honduras no cuenta con una prueba basada en la detección de ácidos nucleicos para parásitos del género *Leishmania*, por lo que este estudio servirá para adquirir y desarrollar nuevas herramientas de diagnóstico y vigilancia epidemiológica y transferirlas al Laboratorio Nacional de Leishmaniasis para poder tomar las medidas necesarias en la detección oportuna y vigilancia de la leishmaniasis cutánea no ulcerada.

Existen más de 900 especies de insectos flebotomíneos (*Lutzomyia* y otros géneros relacionados) que sirven como vectores a diferentes agentes etiológicos. Para el caso de la leishmaniasis cutánea no ulcerada, se asume que *Lutzomyia longipalpis* es el principal vector en Honduras, pero lo antiguo del último reporte exige una

actualización a la luz de posibles cambios en el medioambiente y de la utilización de mejores técnicas de estudio. La identificación de las especies de insectos se hace tradicionalmente con claves entomológicas haciendo énfasis en características fenotípicas (Young y Duncan, 1994) bajo microscopía de luz.

Debido a los cambios climáticos existentes y a las migraciones dentro del mismo país, es necesario determinar la ecoepidemiología de las especies de *Leishmania* y *Lutzomyia* circulantes en las zonas endémicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pacientes

Las muestras clínicas fueron obtenidas de pacientes con lesiones características de la leishmaniasis cutánea no ulcerada recolectadas por personal del Laboratorio Nacional de Vigilancia y del Programa Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas y Leishmaniasis de la Secretaría de Salud de Honduras en los municipios de Amapala y San Francisco de Coray, en el departamento de Valle; Reitoca y Alubarén, en el departamento de Francisco Morazán, durante los meses de febrero a junio de 2012.

Muestras clínicas

Se realizó una búsqueda activa en los cuatro municipios para encontrar pacientes que presentaran lesiones compatibles con leishmaniasis. Para tales efectos, se definió a la lesión compatible con leishmaniasis cutánea no ulcerada, como una pápula, placa o nódulo asintomática, no ulcerativa, eritematosa o del color de la piel, con o sin presencia de un halo hipopigmentado.

La búsqueda activa la realizó el personal del Laboratorio Nacional de Vigilancia y de la Secretaría de Salud, que son los encargados de entregar el diagnóstico a los pacientes y proporcionar el medicamento a los pacientes que resulten positivos. Además, se les solicitó una lámina con 3 frotis sin ninguna identificación del paciente, para hacer el diagnóstico molecular de especies de género *Leishmania* por medio de la PCR.

Colección de Lutzomyias e identificación taxonómica

Especímenes de *Lutzomyia* fueron capturadas en cuatro municipios endémicos a LCNU: Amapala (13°17'32"N 87°39'14"O), San Francisco de Coray (13°39'0"N

87°31'0'' O), Reitoca (13°49'0''N 87°28'0'' O) y Alubarén (13°47'45"N 87°28'08" O). Se colocaron dos trampas miniatura tipo CDC en cada casa muestreada (una en el peridomicilio y otra en intradomicilio), que utilizan como atrayente luminoso luz blanca de 6 voltios sin atrayente químico; a una altura entre 30 cm y 1 metro sobre el suelo, para la captura de los insectos.

Las trampas totalmente armadas se colocaron a partir de las 18:00 horas hasta las 6:00 horas del día siguiente. La separación de la captura total de insectos recolectados por las trampas tipo CDC, se llevó a cabo mediante la utilización de estereomicroscopio con una magnificación de 100X, observando estructuras externas de las *Lutzomyias*, tales como tamaño, color, patas largas, posición de las alas, para su posterior identificación taxonómica.

Se colocaron en frascos con etanol al 70 % por localidad, sexo y ubicación de la trampa (intra o peridomiciliar), se tuvo el cuidado de colocar las hembras grávidas e ingurgitadas por separado. Los machos fueron identificados por los genitales, ya que se pueden visualizar las estructuras reproductivas externas y para las hembras se utilizó la identificación de la espermateca y el cibario, según los criterios de clasificación de Young y Duncan (1994).

Posteriormente a la identificación, se formaron grupos de 5 hembras según especie, localidad y sitio de colecta, para determinar infecciones naturales y determinación de preferencias alimenticias de las especies identificadas. Los grupos de hembras formados fueron guardados en tubos de 1.5 ml y guardados a -20°C para extraer AND.

Métodos moleculares

El ADN de los frotis cutáneos y de los grupos de *Lutzomyia* fueron extraídos según protocolos del fabricante (DNeasy Blood y Tissue Kit, Hilden Germany).

Detección especies de *Leishmania* por medios de PCR: el AND extraído directamente de los frotis cutáneos y de los grupos de *Lutzomyia* fueron amplificados usando los cebadores 13A (5'-GTGGGGGAGGGGCGTTCT-3') Y 13b (5'-ATTTTACACCAACCCCCAGTT-3') amplificando un segmento de 120 pb del minicírculo del kinetoplasto de especies de *Leishmania* (Rodgers y otros, 1990).

Para determinar especies de *Leishmaniam* subgénero *Viannia*, se usaron los cebadores MP1L (5'-TACTCCCCGACATGCCTCTG-3') y Mp3 (5'-GAACGGGGTTTCTGTATGC-3') amplificando un segmento de 70 pb del minicírculo del kineto-

plasto de especies de *Leishmania*, subgénero *Viannia* (Lopez y otros, 1993).

Para amplificar ADN de *Leishmania* (*L.*) *infantum/chagasi* se utilizaron los cebadores RV1 (5'-CTTTTCTGGTCCCGCGGGTAGG-3') y RV2 (5'-CACCTGGCC-TATTTTACACCA-3') amplificando un segmento de 145 pb del minicírculo del kinetoplasto de *Leishmania* (*L.*) *infantum/chagasi* (Lachaud y otros, 2002). La reacción de amplificación fue desarrollada con un volumen final de 25 µL conteniendo Master Mix (PROMEGA), 0.6 µmol/L de cada cebador y 5 µL de ADN.

Caracterización de especies de *Leishmania* por medio de PCR-RFLP: el ADN extraído de las muestras de frotis cutáneo fue evaluado para identificar la especie de *Leishmania* involucrada en la infección en los seres humanos. Para este propósito se utilizó un ensayo de PCR-RFLP.

La amplificación inicial fue realizada usando los cebadores LSUC (5'-CAAAGTGGGGGTTGGTGTA-3') y LSUL (5'-TTTTGAACGGGGTTTCTG3') que amplifican una región fluctuante de 600 -800 pb del minicírculo KDNA, dependiendo de la especie de *Leishmania* (Bhattacharyya y otros, 1996). La reacción de amplificación fue desarrollada con un volumen final de 50 µL conteniendo 25 µL de Master Mix (PROMEGA), 0.6 µmol/L de cada cebador y 10 µL de ADN.

Para determinar las especies de *Leishmania* se tomaron 15 µL del producto de PCR y se realizó una digestión con 10 U de enzima *HaeIII* y 10 U de *RsaI* (Promega, Madison, WI). La digestión fue realizada en un baño maría a 37°C durante 2 horas, con un volumen final de 20 µL. La visualización de los patrones fue realizada por medio de un fotodocumentador BioDoc-It® Imaging System (UVP, Upland, CA). Las amplificaciones fueron desarrolladas en tubos de 0.2 ml con un termociclador modelo 2400 (Perkin-Elmer, Norwalk, CT).

Determinación de preferencias alimenticias de especies de *Lutzomyia*: el ADN extraído de las hembras ingurgitadas fue amplificado en una mezcla de 25 µL compuesta por 12.5 µL de Master Mix (PROMEGA), 0.6 µmol/L de cada cebador y 5 µL de ADN. A cada grupo de *Lutzomyia* se evaluaron los siguientes cebadores: aves, ratón, rata, perro, cerdo, humano; siguiendo el protocolo establecido por Walker y colaboradores (2002, 2003) (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Secuencias de cebadores y tamaño del fragmento esperado en la amplificación por especie de mamífero analizado

Orga- nismo	Cebador I	Cebador II	Tamaño framen- tado (pb)
Cerdo	5'GACTAGGAACCATGAGGTTGCG 3'	5'AGCCTACACCACAGCCACAG 3'	134
Aves	5'CTGGGTTGAAAAGGACCACAGT 3'	5'GTGACGCACTGAACAGGTTG 3'	169
Perro	5'AGGGCGCGATCCTGGAGAC 3'	5'AGACACAGGCAGAGGGAGAA 3'	83
Gato	5'AGTCGGTTAAGCGTCTGACTTT 3'	5'CTCCAGGCTCTGAGCTGTCA 3'	98
Rata	5'CAAGACGGATGATCAAAATGTG 3'	5'ATTGGGTGGCTGTATATGTATGG 3'	161
Ratón	5'AGATGGCTCAGTGGGTAAAGG 3'	5'GTGGAGGTCAGAGGACAACTT 3'	118
Humano	5'GAGATCGAGACCACGGTGAAA 3'	5'TTGAGACGGAGTCTCGTT 3'	200

Caracterización macroambiental

A partir de los datos históricos de temperatura media anual, precipitación anual y evapotranspiración potencial registrados para los cuatro municipios (SERNA, 2010), se determinó la zona de vida según el sistema Holdrige. También se ubicó espacialmente a los municipios con el software ArcView 3.3 y se caracterizó macroambientalmente con la información disponible del Atlas Digital de Honduras.

La caracterización macroambiental se hizo por medio de capas temáticas con la técnica asignación de datos (Spatial Join), utilizando la extensión geoprocadora de ArcView (Xtools.aux) (ESRI, 2002). Las capas incluidas en la caracterización macroambiental fueron: geología, tipos de suelo y zonas de vida. Todas las capas se proyectaron en GWS 84, en una escala de 1:500 000 según los datos disponibles en el Atlas.

Análisis estadístico

Se definió la riqueza específica (S) como el número total de especies presentes en cada localidad. Se determinó la abundancia proporcional de especies de *Lutzomyia* mediante la fórmula: $A_i = (n/N) \times 100$; donde A_i es la abundancia proporcional de la especie i con respecto a la abundancia total, n es el número de individuos de la especie i y N el número total de individuos (Moreno, 2001).

La diversidad de especies de *Lutzomyia* en cada localidad se calculó por medio del índice de Margalef (DMg) (Moreno, 2001). Su fórmula es la siguiente:

$$Dmg \frac{S - I}{In N}$$

Donde:

S: número de especies de la comunidad.

N: número total de individuos de la comunidad.

Para comparar la similitud en cuanto a composición de especies entre las cuatro localidades estudiadas, se estableció el coeficiente de Jaccard (I_j), el cual se expresa de la siguiente manera: $I_j = c/a+b-c$, donde I_j es el índice de semejanza de Jaccard, a es el número de especies presentes en el sitio A, b es el número de especies presentes en el sitio B y c el número de especies comunes para los sitios A y B. El rango de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre los dos sitios o comunidades, hasta 1 cuando ambos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Para calcular la tasa de infección natural en flebótomos se consideró la siguiente razón:

$$TI \frac{\text{número de poole de cada especie positivos para género } Leishmania}{\text{número total de pooles de esa especie}}$$

RESULTADOS

Pacientes

Se colectaron 156 muestras de pacientes con sospecha clínica de leishmaniasis cutánea no ulcerada, distribuidas de la siguiente manera: municipio de Amapala, 44; municipio de San Francisco de Coray, 34; municipio de Alubarén, 14 y municipio de Reitoca, 64.

Se analizaron 156 muestras, con los primeras 13A y 13B, en búsqueda de ADN de protozoos del género *Leishmania*. Se detectaron 130 muestras positivas. Una segunda PCR se utilizó para caracterización molecular de *Le. infantum* con los primer RV1 y RV2. Para esta segunda reacción se analizaron las 130 muestras, incluidas las negativas a *Leishmania* spp, a manera de confirmación del diagnóstico negativo.

Como resultado para este segundo set de primers, nuevamente las 26 muestras negativas par *Leishmania* spp con los primers 13A y 13B, mostraron un resultado

negativo, coincidiendo el resultado con la primera PCR. De los 130 muestras restantes, las 128 mostraron resultados positivos, detectándose en estas muestras ADN del protozoo *Leishmania chagasi/infantum*, lo que permitió caracterizar a esta especie como el agente etiológico presente en las lesiones de los pacientes a los cuales pertenecen estas muestras. Las frecuencias absolutas encontradas se observan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución de muestras procesadas con cebadores para *Leishmania sp* y *Leishmania infantum/chagasi*

Localidad	Casos sospechoso	Positivos a <i>Leishmania</i>	<i>L. chagasi/infantum</i>
Amapala, Valle	44	38	36
San Francisco de Coray, Valle	34	27	27
Reitoca, Fco. Morazán	64	60	60
Alubarén, Fco. Morazán	14	5	5
Total	156	130	128

Diversidad de especies del género *Lutzomyia*

Por medio de la utilización de criterios (Young y Duncan, 1994) se logró identificar un total de 5,951 *Lutzomyias*, de la cuales 3,543 (60 %) son machos y 2,404 (40 %) son hembras con o sin ingesta de sangre. En el cuadro 3 se observa la distribución de insectos capturados por municipio.

Cuadro 3. Distribución de *Lutzomyia* por municipio

Municipio	Número de <i>Lutzomyias</i> capturadas		
	?	?	?
Amapala	772	2149	2,921
San Francisco de Coray	731	329	1,060
Alubarén	403	127	5,30
Reitoca	502	938	1,951
Totales	2408	3543	5,951

De esta población de insectos capturados, se identificaron diez especies de *Lutzomyias*: *Lu. cruciata*, *Lu. chiapanensis*, *Lu. gomezi*, *Lutzomyia sp*, subgénero *Franca*, *Lu. zeledoni*, *Lu. sanguinaria*, *Lu. trapidoi*, *Lu. longipalpis*, *Lu. evansi*, *Lu. cayenensis cayenensis*. Siendo *Lu. longipalpis*, *Lu. evansi* y *Lu. cruciata* las de mayor predominio (ver cuadro 4). De los 92 pools analizados, solamente 1

pertenece a *Lu. longipalpis*, que resultó positivo a la detección de parásitos del género *Leishmania*. Se determinó que *Leishmania infantum/chagasi* fue la especie de *Leishmania* encontrada en *Lu. longipalpis*, encontrándose una tasa de infección del 0.27 %.

Cuadro 4. Riqueza específica de cada uno de los municipios estudiados

Municipio	Departamento	Riqueza específica	Especies de Lutzomyia
Amapala	Valle	8	<i>Lu. longipalpis</i> , <i>Lu. cruciata</i> , <i>Lu. chiapanensis</i> , <i>Lu. gomezi</i> , <i>Lutzomyia</i> sp, subgénero Franca, <i>Lu. zeledoni</i> , <i>Lu. sanguinaria</i> , <i>Lu. trapidoi</i>
San Francisco de Coray	Valle	4	<i>Lu. longipalpis</i> , <i>Lu. chiapanensis</i> , <i>Lu. zeledoni</i> y <i>Lu. trinidadensis</i>
Alubarén	Francisco Morazán	4	<i>Lu. longipalpis</i> , <i>Lu. chiapanensis</i> , <i>Lu. evansi</i> y <i>Lu. sanguinaria</i>
Reitoca	Francisco Morazán	7	<i>Lu. longipalpis</i> , <i>Lu. chiapanensis</i> , <i>Lu. zeledoni</i> , <i>Lu. evansi</i> , <i>Lu. sanguinaria</i> , <i>Lu. gomezi</i> , <i>Lu. cayenensis cayenensis</i>

Mediante el empleo del índice de Margalef, se observa (ver cuadro 5) que el municipio con mayor diversidad fue Alubarén ($D_{Mg}=0.96$), seguido de Amapala ($D_{Mg}=0.88$), luego se encuentra San Francisco de Coray ($D_{Mg}=0.43$) y con la diversidad más baja se halla Reitoca ($D_{Mg}=0.41$). Según lo que nos expone el índice de Margalef, aquellos valores inferiores a 2.0 corresponden a zonas o comunidades con baja diversidad de especies y, por el contrario, aquellos valores superiores a 5.0 indican comunidades con una alta biodiversidad. Teniendo en cuenta la consideración anterior, los cuatro municipios ($D_{Mg}=1.04$) presentan una baja diversidad de especies de *Lutzomyia*.

Cuadro 5. Índice de Margalef para los cuatro municipios y para el área de estudio

Índice de Margalef	Localidad				Diversidad área de estudio
	Amapala	San Fco. Coray	Alubarén	Reitoca	
	0.88	0.43	0.96	0.41	1.04

En cuanto a la semejanza en la composición de especies entre localidades medidas a través del coeficiente de Jaccard, estas mostraron una similitud que osciló entre 0.33 y 0.50; es decir, que presentaron una composición de especies de *Lutzomyia* similar en un 33 % - 50 % (ver cuadro 6). Esto significa que dichas localidades son independientes en su composición de especies.

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede considerar que los cuatro municipios son diferentes entre sí en cuanto a composición de especies, lo cual las define como comunidades heterogéneas y con una baja diversidad de especies de *Lutzomyia* dentro de las mismas, según el índice de Margalef.

Cuadro 6. Valores del coeficiente de Jaccard entre las localidades evaluadas

Localidad	Amapala	San Fco. Coray	Alubarén	Reitoca
Amapala	---	---	---	---
San Fco. del Coray	0.33	---	---	---
Alubarén	0.50	0.38	---	---
Reitoca	0.33	0.33	0.38	---

Determinación de ingestas alimenticias en especies de Lutzomyia

Se identificaron 5 especies ingurgitadas con sangre, de las cuales a *Lu. zeledoni* y *Lu. evansi* no fue posible determinarles el origen de la misma. Dentro de las 3 especies a las que sí se les determinó sus ingestas alimenticias: *Lu. longipalpis*, *Lu. cruciata* y *Lu. chiapanensis*, mostraron preferencia por hábitos alimenticios de *Canis familiaris*, *Gallus gallus* y *Sus scrofa*. No se logró determinar antropofilia en las especies examinadas.

Caracterización macroambiental

La zona de vida identificada con respecto al sistema Holdrige se corresponde con el bosque seco tropical. Con la información del Atlas Digital de Honduras y la asignación de datos con la extensión geoprocesadora del software ArcView 3.3, se determinó que los suelos en las cuatro regiones son de origen volcánico del cuaternario, de tipo basáltico, con una profundidad media, buen drenaje, pH de 6.5, de coloración oscura y textura arcilla marga.

De manera local y basada en la clasificación de los suelos por su potencial agrícola, según la Organización de las Naciones Unidas, Amapala presenta suelos asociados a cultivos en general y uso apropiado de bosques, pero medidas de conservación extremas son necesarias dado que presentan tendencia a la corrosión. Según la clasificación de la FAO, los suelos de los 4 municipios son *Ustorthents líticos*, asociados a partir de rocas ígneas ácidas o metamórficas en topografía montañosa, de clase regosoles. Durante el estudio, se captaron pacientes con LCNU en viviendas ubicadas en alturas mínimas de -3 msnm y máxima de 732 msnm, con un promedio de 291 msnm; se registró una temperatura promedio de 37°C.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se abordaron aspectos de la ecoepidemiología de la LCNU en cuatro municipios endémicos. Lo novedoso del estudio es que integra herramientas moleculares actuales como el PCR combinado con los SIG.

Históricamente, el municipio de Amapala ha sido considerada una zona endémica a LCNU, sin embargo, desde el año 1991 cuando se realizó el trabajo de campo llevado a cabo por Ponce (1991) y la evaluación del banco de muestras realizada por Noyes 1997, no se han conducido estudios para mantener actualizada la información concerniente a la epidemiología de la enfermedad, incluyendo encuestas entomológicas de vectores, ya que solamente existe el registro de casos que acuden a la unidad de salud establecida a nivel municipal.

Dichos registros refieren que para el año 2010 se detectaron 18 casos de LCNU, cifra que aumentó a 22 para el año 2011 (Programa Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas y Leishmaniasis, Secretaría de Salud de Honduras). En los restantes 3 municipios no existen reportes de las especies de *Leishmania* y *Lutzomyia* circulantes en cada una de las zonas.

Durante los 4 meses de muestreo (febrero-mayo) se colectaron 156 muestras de pacientes sospechosos con LCNU, de estos 130 (83.33 %) se lograron caracterizar como *Leishmania infantum chagasi*, lo que concuerda con datos informados en zonas endémicas de Honduras y Centroamérica (Ponce, 1991; Peraza, 1998; Zeledon, 1993).

En los estudios ecoepidemiológicos de las diferentes formas clínicas de la leishmaniasis, un punto clave corresponde al estudio de las poblaciones de flebotomíneos, teniendo suma relevancia elementos como la identificación taxonómica y el conocimiento de sus hábitos alimenticios, puntos imprescindibles para la incriminación de las especies como vectores biológicos, sobre todo si se logra demostrar el comportamiento antropofílico y zoofílico (Carrillo Robledo, 2010; Kato, 2005).

Otro aspecto de relevancia, y muchas veces difícil de evidenciar, es la infección natural con el agente etiológico cuestionado. El presente trabajo abordó 3 aspectos importantes de la biología de los vectores de la LCNU en Honduras: la actual diversidad de especies de *Lutzomyia* presentes en la zona de estudio, la determinación de ingestas alimenticias de estas especies identificadas y la detección de infecciones naturales en estos vectores. Se obtuvieron resultados

relevantes que han permitido actualizar los conocimientos de estas poblaciones de flebótomos en esta zona de estudio. Se identificaron taxonómicamente 10 especies de *Lutzomyia* presentes en la zonas de estudio, de las cuales *Lu. longipalpis* fue predominante, seguida por *Lu. evansi* y *Lu. cruciata*, lo que concuerda con estudios realizados en Centroamérica y Suramérica (Gonzalez, 2014; Missawa, 2010; Soares, 2010).

De los 92 pools que se analizaron en búsqueda de parásitos de *Leishmania*, solo 1 pool de *Lu. longipalpis* fue en la cual se logró demostrar la infección natural con el protozoo *L. infantum/chagasi*, resultados que sugieren que esta especie de *Lutzomyia* es el vector de LCNU en Amapala y concuerda con resultados previos realizados en la en Honduras (Noyes, 1997).

Se identificaron 5 especies ingurgitadas con sangre, de las cuales a *Lu. zeledoni* y *Lu. evansi* no fue posible determinarle el origen de la misma. Dentro de las 3 especies a las que sí se les determinó sus ingestas alimenticias: *Lu. longipalpis*, *Lu. cruciata* y *Lu. chiapanensis*, mostraron preferencia por hábitos alimenticios de *Canis familiaris*, *Gallus gallus* y *Sus scrofa*. No se logró determinar antropofilia en las especies examinadas.

Es importante señalar que estos resultados son consistentes con los hallazgos encontrados en la misma zona de estudio, en donde el perro es el principal reservorio de *L.chagasi/infantum* en América y en nuestro país (Ponce, 1991; Rondon, 2008; Almeida, 2005); por lo que su papel protagónico en el establecimiento del ciclo domiciliar de la leishmaniasis es indiscutible. Por otra parte, el cerdo (reservorio potencial) y la gallina (refractaria a infecciones por *Leishmania* sp.), al ser empleados por los flebótomos como fuentes alimenticias importantes, implicaría que la tenencia de estos animales alrededor de las viviendas es un factor de riesgo que favorecería la presencia y mantenimiento de las poblaciones de *Lutzomyia* en el ambiente peridomiciliar (Sant'anna, 2010; Morrison, 1993).

La descripción macroambiental de las áreas estudiadas refiere que estas zonas presentan características muy propias en donde los vectores se han adaptado a vivir. La caracterización macroambiental también permitió conocer que estas áreas comparten particularidades con otras zonas con reportes previos de LCNU en Nicaragua y Costa Rica (Carrillo Robledo, 2010; Belli, 1993).

En conclusión, el enfoque ecoepidemiológico utilizado en este estudio demostró ser una alternativa para comprender de manera integral la situación de la leishmaniasis cutánea no ulcerada en Honduras. De este modo, se puede obtener información

valiosa para comprender el comportamiento de la leishmaniasis y así utilizar nuevas herramientas para el diagnóstico, gestión y el control de esta zoonosis.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M.A. et al. (2005). Clinical and serological aspects of visceral leishmaniasis in northeast. Brazilian dogs naturally infected with *Leishmania chagasi*. *Vet Parasitol*, 127. 227-232.
- Bhattacharyya, R. et al. (1996). Development of a genus specific primer set for detection of *Leishmania* parasites by polymerase chain reaction. *FEMS Microbiol Lett*, 135. 195-200.
- Belli, A. et al. (1993). Epidemiological aspects of the leishmaniasis in Central America. *Arch Inst Pasteur Tunis*, 70, 489.
- Carrillo Robledo, Velez ID. (2010) *Manual diagnóstico y control de la leishmaniasis en Centroamérica*. Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales, Universidad de Antioquia. Colombia.
- Gonzalez, C.; Paz, A y Ferro, C. (2014). Predicted altitudinal shifts and reduced spatial distribution of *Leishmania infantum* vector species under climate change scenarios in Colombia. *Acta Trop*, 129, 83-90.
- Kato, H. et al. (2005). Detection and identification of *Leishmania* species within naturally infected sand flies in the andean areas of ecuador by a polymerase chain reaction. *Am J Trop Med Hyg*, 72, 87-93.
- Lachaud, L. et al. (2002). Comparison of six PCR methods using peripheral blood for detection of canine visceral leishmaniasis. *J Clin Microbiol*, 40, 210-215.
- Loyola, C. (2007). Phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) and species abundance in an endemic area of ACL in southern Minas Gerais, Brazil. *Mem Instit Oswaldo Cruz*, 202(5), 581-585.
- López, M. et al. (1993). Diagnosis of *Leishmania* using the polymerase chain reaction: a simplified procedure for field work. *Am J Trop Med Hyg*, 49, 348-356.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. España: M&T–Manuales.
- Missawa, N.A. et al. (2010). *Lutzomyia longipalpis* naturally infected by *Leishmania* (L.) *chagasi* in Varzea Grande, Mato Grosso State, Brazil, an area of intense transmission of visceral leishmaniasis. *Cad Saude Publica*, 26, 2414-2419.
- Morrison, A.C.; Ferro, C.; Tesh, R.B. (1993). Host preferences of the sand fly *Lutzomyia longipalpis* at an endemic focus of American visceral leishmaniasis in Colombia. *Am J Trop Med Hyg*, 49, 68-75.

Inventario y cartografía de focos de calor de Honduras, periodo 2000- 2011, a partir de imágenes satelitales MODIS

José Jorge Escobar Figueroa, Nicolás Bladimir Castro Lagos¹

RESUMEN

Este estudio aborda el fenómeno natural de los incendios en Honduras, a partir del procesamiento de imágenes satelitales. El procedimiento comprende la obtención de las imágenes satelitales necesarias desde el servidor estándar de la NASA, las cuales se procesan cuidadosamente mediante un sistema de información geográfica, extrayendo la información pertinente para el análisis de periodicidad y la elaboración de la cartografía correspondiente.

Entre los resultados se logró obtener una tabla de datos, o inventario, con las cantidades de incendios y su localización en el territorio nacional durante un periodo de más de diez años; también se desarrolló la cartografía que corresponde a este inventario y el comportamiento en la periodicidad del fenómeno correspondiente a cada departamento del país.

Entre las conclusiones más significativas está la tendencia en la cantidad anual de los incendios en cada departamento de Honduras, además del periodo natural que presenta este fenómeno.

Palabras clave: MODIS, foco de calor, incendios, cartografía, sistema de información geográfica (SIG)

ABSTRACT

The object of study of this paper is the natural phenomenon of fires in Honduras. This is a first study of this natural phenomenon that encompasses the total national territory this satellite image processing. The method comprises obtaining the necessary satellite images from NASA standard server, these images are carefully processed in a Geographic Information System for extracting relevant frequency analysis and the preparation of the corresponding mapping information.

Among the findings it was possible to obtain a data table or inventory for the amount

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Facultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra. Correo electrónico: nicolascastro0@gmail.com

of fire and its location in the country for over ten years, the mapping corresponding to this inventory is also developed further behavioral periodicity corresponding phenomenon each department of Honduras. As most significant findings is the trend in the annual number of fires in every department of the country, besides the natural period presented by this phenomenon.

Keywords: MODIS, focus heat, fires, cartography, GIS (Geographic Information System).

INTRODUCCIÓN

Un incendio forestal se puede definir como el fuego que se expande sin control. En el estudio de los incendios forestales, la teledetección o detección por satélite se ha constituido en una herramienta de gran potencial para suministrar información detallada y a gran escala de las superficies afectadas (Chuvieco Salinero, 2008). De esta forma, al evaluar la fase posterior al incendio forestal mediante la teledetección se trabajan dos etapas: discriminando zonas quemadas y la severidad de fuego, la primera es la finalidad de este trabajo.

El manejo de información y datos georreferenciados concernientes a incendios es importante porque no solamente da a conocer dónde ocurren los incendios, sino que posibilita cruzar estos datos con otro tipo de información georreferenciada, tales como la altura, población, actividad humana, etc., de forma que se pueden explicar con más veracidad las causas de los incendios y, posteriormente, elaborar métodos de prevención y control más eficaces.

No obstante, este trabajo no tiene como propósito hacer un cruce de información, ni explicar las causas o consecuencias de los incendios, sino dar un buen punto de partida para un trabajo de este tipo.

Para tales efectos, se elaboró la cartografía de los focos de calor por mes y año del territorio nacional correspondiente a doce años, de 2000 a 2011, para obtener la georreferenciación de estos focos de calor con una incertidumbre aceptable como un estudio preliminar a gran escala.

METODOLOGÍA

El sensor MODIS (moderate resolution imaging spectroradiometer) fue lanzado por la NASA a bordo del satélite Terra. Orbita la tierra a una altura de 705 km. MODIS, Terra y Aqua cubren toda la superficie de la Tierra cada 1 o 2 días, generando datos

en 36 bandas espectrales. Su objetivo es proveer series de observaciones globales de la atmósfera, los océanos y la Tierra, con resoluciones espaciales de entre 250 m y 1 km. Las imágenes vienen en una proyección sinusoidal (monitoring global fires from EOS-MODIS).

Las técnicas de detección de incendios MODIS están automatizadas mediante un algoritmo que examina cada píxel de la imagen según la franja del espectro electromagnético, obteniendo un producto llamado MODIS MOD14A1, el cual asigna a cada píxel una categoría como: falta de datos, nubes, agua, no fuego, fuego, desconocido (algorithm technical background document).

Según la metodología utilizada, el producto MODIS MOD14A1 se descargó desde el servidor de la NASA llamado *warehouse inventory search tool* (actualmente este servidor fue reemplazado por el Reverb | ECHO), estos productos MODIS son compuestos de 8 días de incendios con píxel de 1 km. Ya descargadas las imágenes se procede a realizar una reproyección a coordenadas UTM (huso 16) utilizando como elipsoide de referencia WGS84. Como los datos son obtenidos en formato HDF, son convertidos a formato IMG y luego exportados a un sistema de información geográfica. Se extrae de la imagen total solo a Honduras, separando de la imagen los píxeles de fuego.

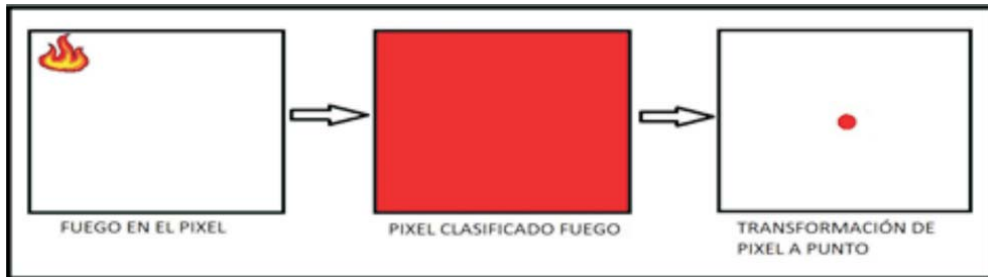
Figura 1. Obtención, reproyección, recorte y extracción de las imágenes satelitales



Fuente: Elaboración propia con datos de la NASA

Seguidamente, solo se tiene un conjunto de píxeles que corresponden a potenciales incendios, en el SIG se transforman a formato punto para ser procesados.

Figura 2. Fuego detectado, pixel clasificado por el algoritmo de MODIS, a punto para su procesamiento



Luego, lo más apropiado es juntar y clasificar los datos en mensuales y anuales, ya que permite hacer una comparación temporal entre los meses de mayor y menor incidencia de incendios en un determinado año. Lo siguiente es agrupar por departamento los focos de calor e inventariar anualmente en tablas, las cuales se exportan con extensión *.dat* a un programa de procesamiento numérico, en donde es sometido a una rutina escrita para encontrar la tendencia en la cantidad y periodicidad en los incendios departamentales, utilizando un método de procesamiento de señales discretas llamado *transformada de fourier finita*. Por último, se elabora la cartografía de focos de calor para los doce años.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los resultados se presentan en dos apartados: primero el inventario anual, luego el análisis de periodicidad y tendencia.

Inventario anual: en este se da el inventario de incendios anual de cada departamento en forma tabulada, además desarrolla la cartografía correspondiente a cada año, la cual no se presenta aquí por motivos de espacio. Es importante aclarar que los focos de calor o potenciales incendios son puntos georreferenciados, los cuales deben considerarse como el inventario en bruto.²

² Para obtener la cartografía y el inventario georreferenciado, contactar a los autores.

Cuadro 1. Inventario año 2000

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual									
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	1	7	18	2	0	0	0	0	0	0
Choluteca	38	67	10	0	0	4	0	6	11	11
Colón	4	79	97	1	3	0	1	0	2	0
Comayagua	10	51	8	0	0	0	0	0	2	0
Copán	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	8	21	4	0	0	0	0	0	2	0
El Paraíso	22	152	36	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	39	178	23	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	21	117	27	0	0	0	1	1	3	4
Intibucá	0	12	1	0	1	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	10	15	1	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	3	54	0	0	0	0	0	0	0	1
Ocatepeque	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	38	449	157	0	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	3	9	11	0	0	0	0	0	0	0
Valle	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	28	91	56	1	0	0	2	1	4	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Inventario año 2001

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	4	7	6	3	0	0	3	0	0	0
Choluteca	17	11	38	97	11	0	3	0	0	0	1	11
Colón	0	0	0	30	20	17	4	0	0	0	0	0
Comayagua	1	0	18	76	26	3	2	3	0	2	0	0
Copán	0	0	3	12	33	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	3	31	21	41	16	0	0	1	0	0	0
El Paraíso	0	0	22	45	77	0	1	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	6	30	118	22	0	5	0	0	0	0	2
Gracias a Dios	0	5	26	78	72	1	6	2	0	0	0	1
Intibucá	0	3	0	16	7	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	13	27	6	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	5	34	67	27	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	5	16	2	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	22	176	160	1	4	0	0	0	1	0
Santa Barbara	2	0	5	50	116	0	0	0	0	0	0	0
Valle	4	6	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	1	0	20	123	91	0	3	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Inventario año 2002

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	0	27	2	1	2	1	1	0	0
Choluteca	18	20	23	92	55	0	1	2	6	3	3	15
Colón	0	0	0	41	79	6	0	0	9	2	0	4
Comayagua	3	2	14	16	56	0	0	0	0	0	0	0
Copán	0	0	0	7	27	0	0	2	0	0	0	0
Cortés	3	0	12	22	47	2	1	1	0	0	0	0
El Paraíso	2	7	3	58	77	0	0	3	0	0	0	2
Francisco Morazán	3	0	17	64	118	0	0	1	0	0	0	0
Gracias a Dios	1	5	9	59	94	0	3	5	8	0	21	0
Intibucá	0	0	0	9	4	15	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	1	4	0	11	31	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	0	28	25	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	3	2	167	230	0	0	0	0	3	0	0
Santa Barbara	0	1	2	11	101	0	0	1	1	0	0	0
Valle	1	2	0	14	11	0	0	1	0	3	4	0
Yoro	2	0	6	26	177	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Inventario año 2003

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	3	22	14	0	0	0	0	0	0
Choluteca	7	13	22	35	16	0	1	0	0	3	2	8
Colón	0	0	5	59	71	47	2	4	7	8	0	0
Comayagua	0	11	22	52	36	1	0	0	2	0	0	4
Copán	0	0	12	8	16	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	1	21	15	18	0	0	1	7	0	0	0
El Paraíso	0	1	31	150	122	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	2	2	152	98	48	0	0	0	0	2	0	0
Gracias a Dios	4	3	236	88	77	4	0	0	0	0	1	2
Intibucá	0	0	10	4	2	0	0	0	2	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	2	9	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	9	27	15	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	1	131	434	345	1	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	0	1	10	38	102	1	0	0	0	0	0	0
Valle	1	1	0	5	1	0	0	2	0	1	5	1
Yoro	0	2	21	95	77	13	1	0	0	0	0	2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. Inventario año 2004

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Choluteca	25	18	49	82	38	0	0	4	5	0	4	19
Colón	0	1	0	2	6	8	3	5	5	4	1	0
Comayagua	0	4	1	10	0	0	5	0	3	0	2	1
Copán	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	8	7	13	10	3	1	1	3	2	0	0
El Paraíso	1	9	0	81	2	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	1	6	0	35	5	0	0	1	1	0	0	1
Gracias a Dios	7	7	22	29	7	2	2	13	7	1	1	1
Intibucá	0	0	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	3	0	2	7	0	1	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	9	22	2	1	0	2	3	2	0	0
Santa Barbara	0	0	0	12	20	0	1	0	0	0	0	0
Valle	2	1	4	10	8	0	0	0	2	3	3	0
Yoro	0	3	1	31	12	2	4	0	0	1	2	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Inventario año 2005

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	2	1	4	2	3	0	0	0	0	0	0
Choluteca	23	30	18	44	3	0	0	0	0	1	3	4
Colón	0	0	1	41	59	1	1	1	0	0	1	0
Comayagua	1	2	48	113	2	0	0	0	1	0	0	1
Copán	0	0	1	26	10	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	6	15	56	21	1	0	0	0	0	0	0
El Paraíso	0	3	23	239	42	0	0	0	0	0	0	2
Francisco Morazán	0	15	52	121	11	0	0	1	0	0	0	0
Gracias a Dios	7	60	218	274	54	1	0	0	0	0	0	0
Intibucá	0	2	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	6	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	3	39	8	0	0	0	0	0	0	0
Ocotepeque	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	7	102	750	159	0	2	1	0	0	0	0
Santa Barbara	0	0	8	46	29	4	0	0	0	0	0	0
Valle	0	6	2	5	0	0	0	0	2	0	1	0
Yoro	0	13	90	251	42	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Inventario año 2006

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	3	36	0	0	3	0	0	0	0
Choluloteca	11	12	67	66	10	0	0	1	0	1	2	9
Colón	0	0	12	16	72	8	1	1	7	1	0	0
Comayagua	0	2	18	34	20	0	0	0	1	0	0	0
Copán	0	0	4	5	13	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	2	14	17	17	0	0	0	2	2	0	0
El Paraíso	2	1	9	52	58	5	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	1	54	69	52	3	0	0	2	0	0	0
Gracias a Dios	0	0	34	48	63	3	1	0	1	1	6	0
Intibucá	0	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	4	7	18	3	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	1	6	21	6	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	6	13	3	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	7	166	235	13	0	0	0	0	0	0
Santa Barbara	0	0	4	20	44	0	0	0	0	0	0	0
Valle	0	4	12	3	4	1	1	1	7	5	1	2
Yoro	0	0	11	54	94	2	1	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8. Inventario año 2007

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0
Choluloteca	17	19	28	27	3	1	0	0	0	5	2	5
Colón	0	2	0	7	29	5	1	4	6	1	0	0
Comayagua	0	1	12	17	31	1	1	0	0	1	0	0
Copán	0	0	0	19	27	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	4	4	6	12	49	3	0	0	0	2	0	0
El Paraíso	1	6	7	15	29	0	0	2	0	8	0	0
Francisco Morazán	0	6	6	19	16	3	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	4	27	39	30	35	2	0	1	1	17	2	6
Intibucá	0	0	8	5	12	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	4	6	4	0	0	0	0	0	0	1
Lempira	0	0	10	8	20	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	1	3	8	0	0	0	0	0	2	0
Olancho	0	0	3	40	168	0	0	0	2	1	0	0
Santa Barbara	0	0	2	25	148	0	1	0	0	0	1	1
Valle	2	4	3	0	3	0	0	1	2	1	2	0
Yoro	0	5	8	46	121	13	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9. Inventario año 2008

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	0	9	13	1	0	0	0	0	0	0
Choluteca	0	5	7	25	65	2	0	6	5	0	0	0
Colón	0	2	1	19	20	0	0	2	1	2	0	1
Comayagua	0	0	0	2	17	0	0	0	2	0	1	0
Copán	11	2	6	9	54	1	1	3	0	0	1	0
Cortés	0	5	15	61	20	0	0	0	0	0	2	20
El Paraíso	0	0	5	62	66	0	0	0	0	0	0	0
Francisco Morazán	0	4	8	101	86	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	0	3	38	48	108	8	2	2	2	0	4	0
Intibucá	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	4	20	12	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	3	4	104	292	1	0	0	2	0	0	0
Santa Barbara	1	2	0	6	83	0	0	0	0	0	0	0
Valle	2	0	6	7	0	0	0	0	0	0	3	0
Yoro	1	5	2	22	95	5	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Inventario año 2009

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	6	16	2	0	0	0	0	0	0
Choluteca	28	17	24	90	7	2	0	1	2	7	3	24
Colón	0	0	3	23	52	11	2	3	6	6	1	4
Comayagua	0	1	12	73	5	2	0	0	1	0	0	0
Copán	0	0	1	25	1	0	0	0	0	0	0	0
Cortés	0	0	18	14	14	5	2	4	0	1	1	0
El Paraíso	0	0	15	115	5	0	0	0	2	1	0	0
Francisco Morazán	2	1	33	212	6	0	2	0	2	1	0	0
Gracias a Dios	5	6	32	130	6	0	7	0	4	1	5	9
Intibucá	0	0	3	130	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	5	0	9	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	0	23	228	10	0	0	0	2	2	0	0
Santa Barbara	0	0	3	21	33	9	0	0	5	0	0	0
Valle	3	6	2	9	3	1	0	6	3	4	2	1
Yoro	0	3	5	78	30	8	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Inventario año 2010

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	1	0	3	3	4	0	0	0	0	0	0
Choluluta	35	15	37	37	2	0	0	2	1	2	14	4
Colón	0	0	1	18	5	16	1	0	10	0	2	0
Comayagua	0	0	8	9	5	0	0	0	0	0	0	1
Copán	0	0	1	6	0	0	0	0	1	0	0	0
Cortés	1	10	20	28	1	1	1	9	8	0	7	0
El Paraíso	1	6	29	21	1	0	0	0	0	0	1	0
Francisco Morazán	9	2	48	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gracias a Dios	14	25	84	23	14	2	3	0	6	0	12	0
Intibucá	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	0	10	10	3	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	0	1	38	37	19	2	1	1	5	0	0	0
Santa Barbara	0	0	8	14	3	7	0	0	1	0	0	0
Valle	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Yoro	5	0	4	25	2	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Inventario año 2011

Departamento	Cantidad de focos de calor mensual											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Atlántida	0	0	1	15	3	2	0	0	0	0	0	0
Choluluta	0	0	3	217	108	9	3	4	4	1	0	0
Colón	3	0	27	73	5	0	0	5	2	0	0	0
Comayagua	0	0	6	14	10	0	0	3	2	0	0	0
Copán	3	4	10	60	27	9	2	1	3	0	1	0
Cortés	13	23	23	79	20	0	0	2	0	0	9	12
El Paraíso	4	0	65	236	26	1	0	0	0	0	1	1
Francisco Morazán	1	2	64	159	13	0	0	0	0	0	0	1
Gracias a Dios	4	0	15	129	44	0	0	3	1	1	13	3
Intibucá	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	0
Islas de la Bahía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Paz	0	3	6	18	1	0	0	0	0	0	0	0
Lempira	0	6	12	16	4	0	0	0	0	0	0	0
Ocatepeque	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0
Olancho	1	4	85	737	109	1	0	1	1	0	0	0
Santa Barbara	0	2	6	44	49	3	0	0	0	0	0	0
Valle	0	0	1	6	6	0	0	0	0	0	3	5
Yoro	0	4	15	255	69	2	0	3	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 13 se presentan los datos correspondientes a los totales anuales por cada departamento, en esta se puede observar qué departamento tuvo más incidencia de incendios y, debido a que las áreas de cada departamento son diferentes, se muestran los incendios, por metro cuadrado, ocurridos en los doce años.

Seguidamente, en el mapa 1, se muestra la composición de incendios de los doce años, en el cual se ve el patrón de distribución geográfica de los incendios en el territorio.

Cuadro 13. Inventario año 2012

Depto.	Años													Incendios por cada 10 km ²
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total	
Atlántida	28	23	34	40	2	12	72	12	23	25	11	21	273	0.6
Choluteca	147	189	238	107	244	126	179	107	134	205	149	181	2006	4.6
Colón	187	71	141	203	35	105	118	55	115	111	53	349	1543	1.9
Comayagua	71	131	91	128	26	168	75	64	48	94	23	115	1034	2.0
Copán	20	48	38	36	14	37	22	46	22	27	8	35	353	1.1
Cortés	35	113	86	63	48	99	54	80	77	59	86	120	920	2.4
El Paraíso	210	145	152	304	93	309	127	68	133	138	59	334	2072	2.8
Fco. Morazán	240	183	203	304	50	200	181	50	199	259	70	240	2179	2.6
Gracias a Dios	174	191	220	415	99	614	157	164	215	205	183	213	2850	1.8
Intibucá	14	26	13	18	9	15	7	25	6	16	3	18	170	0.5
Islas de la Bahía	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0.1
La Paz	26	46	47	16	13	17	32	15	3	27	4	28	274	1.1
Lempira	64	133	53	51	25	50	34	38	36	38	23	38	583	1.4
Ocotepeque	2	23	14	11	16	5	22	14	4	4	3	9	127	0.8
Olancho	644	364	405	912	41	1021	421	214	406	265	104	939	5736	2.4
Santa Barbara	23	173	117	152	33	87	68	178	92	71	33	104	1131	2.2
Valle	6	38	36	17	33	16	41	18	18	40	9	21	293	1.8
Yoro	183	239	213	211	56	397	163	193	131	124	37	349	2296	3.0
Total	2074	2136	2101	2989	837	3280	1743	1341	1662	1708	858	3114	23843	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 aparecen los años 2005 y 2011 como los que tuvieron más incendios; los años anteriores a estos, 2004 y 2010, tuvieron menos incidencia. Olancho tuvo más incendios, pero Choluteca tiene más área quemada.

Entre abril mayo y marzo está el 90 % de los incendios anuales.

Gráfico 1. Porcentaje de incendios por departamento, 2000-2011

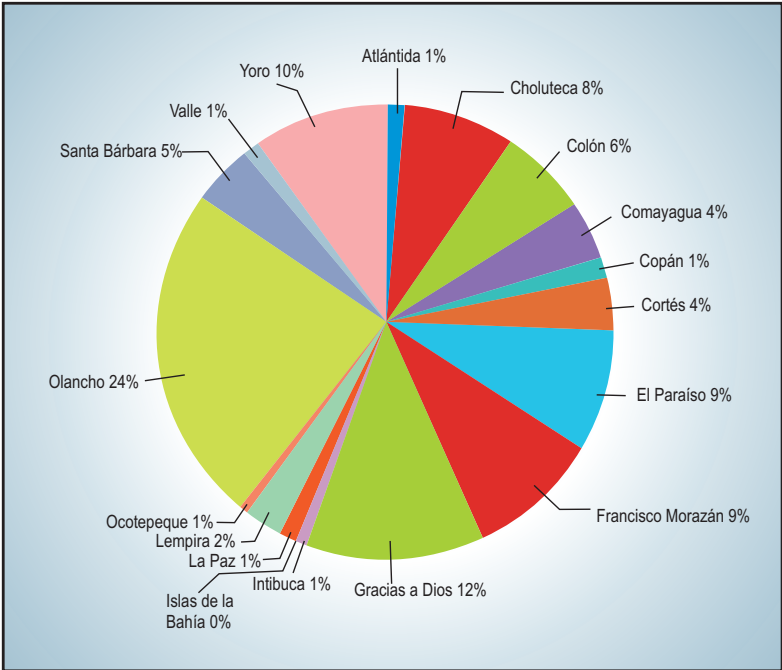
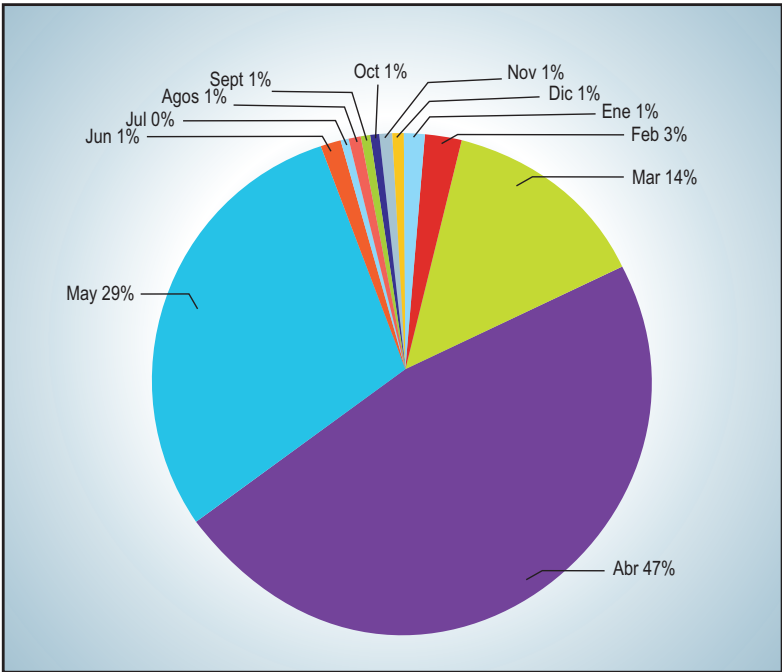
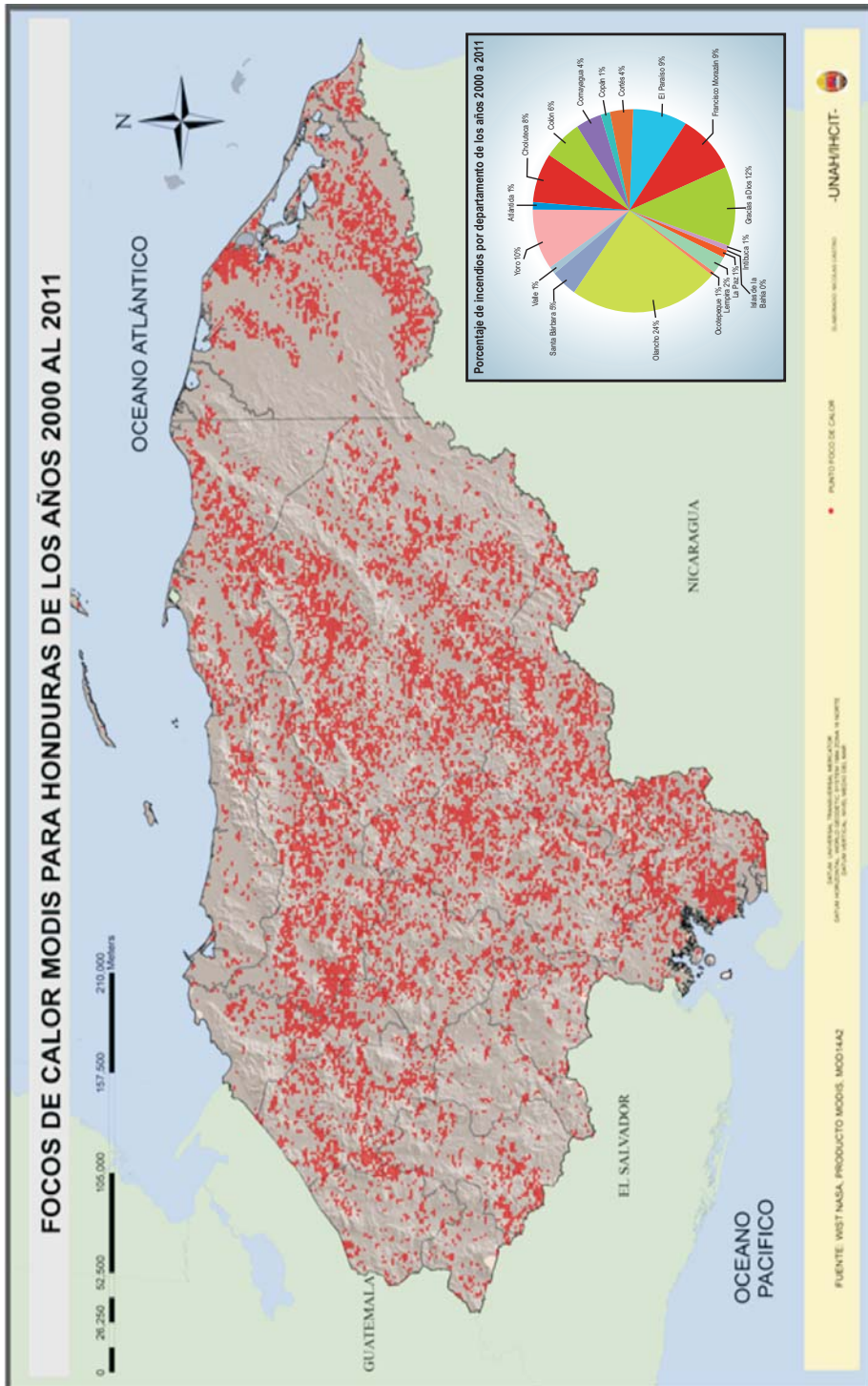


Gráfico 2. Porcentaje de incendios mensuales, 2000-2011



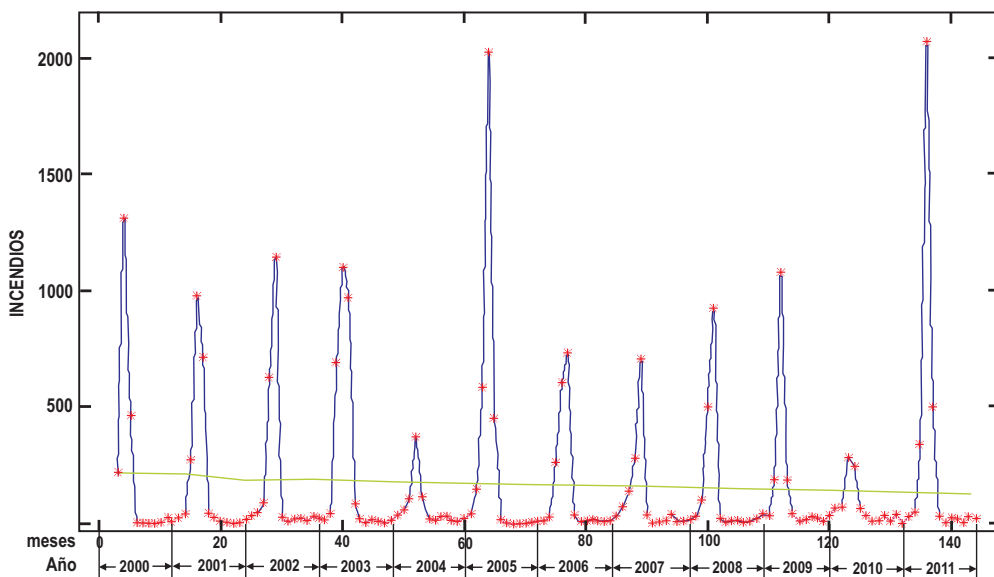
Mapa 1. Distribución geográfica de los incendios, 2000-2011



Periodicidad y tendencia en los incendios

En los gráficos 3 y 4 se presentan los resultados del análisis en la tendencia de ocurrencia de incendios y del periodo que presenta el fenómeno para el territorio nacional y para cada departamento. En el gráfico 3 se muestran dos líneas. Una se refiere a los incendios versus tiempo, línea de puntos rojos, la cual representa a los incendios ocurridos, equiespaciados en tiempo mensual, unidos por una línea azul para hacer notar la secuencia; la línea verde es la tendencia en la ocurrencia de los incendios.

Gráfico 3. Incendios mensuales en Honduras, 2000-2011

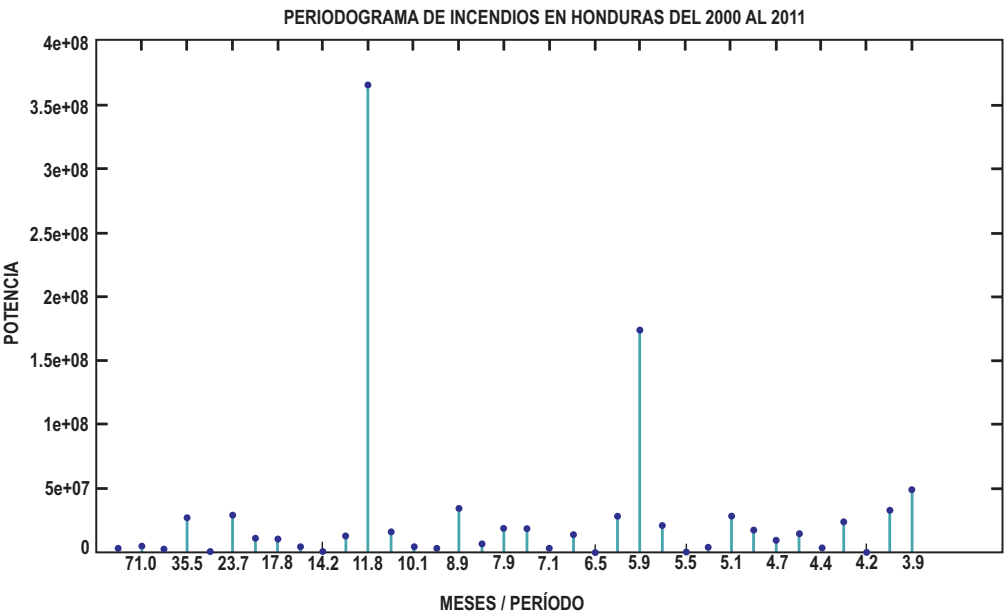


Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en el gráfico 3, sobre la naturaleza periódica de los incendios, se puede apreciar que los picos están en marzo, abril y mayo; igualmente, que los años con más ocurrencia de incendios fueron 2005 y 2011. La recta de tendencia, en verde, indica una muy leve tendencia negativa con una pendiente de -0.55 , lo que representa una disminución de un incendio por cada año y diez meses. También se ve que, anteriormente a los años con más incendios, se presentan los años con menos cantidad de incendios, lo que podría significar la existencia de una tendencia más general.

En el gráfico 4 se muestra la periodicidad en meses versus la potencia de periodo, en el cual es evidente cuáles son los periodos en los que ocurren los incendios y de estos se toma como periodo natural el de mayor potencia.

Gráfico 4. Periodo natural de 12 y 6 meses



Fuente: Elaboración propia.

El periodo más potente es el de doce meses, lo cual no es extraño, ya que los incendios son un fenómeno de temporada seca y caliente, lo que sucede una vez al año. El siguiente periodo es de seis meses y los demás son más el resultado de la aleatoriedad.

Este mismo procedimiento se utilizó para analizar los departamentos de Honduras por separado, que no está en los gráficos por cuestiones de espacio, pero en el cuadro 14 aparece la pendiente de la recta de comportamiento de cada departamento, además del periodo natural; en el segundo periodo se presentan los incendios en cada departamento. Solamente Colón y Cortés mostraron aumento de incendios.

Cuadro 14. Pendiente de la recta de comportamiento por departamento y periodo natural

Departamento	Pendiente	Comportamiento	Período
Atlántida	-0.0098	Disminución de un incendio cada 8.5 años	12 meses
Choluteca	-0.0376	Disminución de un incendio cada 2 años	13 meses
Colón	0.0103	Disminución de un incendio cada 8 años	14 meses
Comayagua	0.0356	Disminución de un incendio cada 2 años	15 meses
Copán	-0.0109	Disminución de un incendio cada 7.6 años	16 meses
Cortés	0.0041	Constante	17 meses
El Paraíso	-0.0445	Disminución de un incendio cada 2 años	18 meses
Fco. Morazán	-0.0619	Disminución de un incendio cada 1.3 años	19 meses
Gracias a Dios	-0.0646	Disminución de un incendio cada 1.3 años	20 meses
Intibucá	-0.0065	Constante	21 meses
Islas de la Bahía	-2.12E-04	No estimable	22 meses
La Paz	-0.0178	Disminución de un incendio cada 4.7 años	23 meses
Lempira	-0.0046	Disminución de un incendio cada 2 años	24 meses
Ocatepeque	-0.0068	Constante	25 meses
Olancho	-0.145	Disminución de un incendio cada 7 meses	26 meses
Santa Bárbara	-0.0278	Disminución de un incendio cada 3 años	27 meses
Valle	-0.0049	Constante	28 meses
Yoro	-0.0514	Disminución de un incendio cada 1.6 años	29 meses

CONCLUSIONES

Se realizó un amplio y completo inventario de los incendios en Honduras y se construyó la cartografía correspondiente, lo cual era el objetivo principal.

El cruce de puntos de fuego y territorio departamental arrojó información sobre la periodicidad natural del evento, la cual es marcadamente anual en todos los departamentos, mostrando en todos un segundo periodo de seis meses. Los demás periodos encontrados sí difieren, pero debido a la relativa aleatoriedad.

Con respecto a la tendencia en incendios, esta es un poco menos constante, ya que difiere para cada departamento, aunque es notorio que hay una ligera tendencia decreciente en ellos; excepto en Cortés y Colón, en los que se calculó un pequeño incremento.

AGRADECIMIENTOS

A Manuel Rodríguez Maradiaga, jefe del Departamento de Física, por su colaboración y gentileza. Asimismo, a Klaus Wise, por su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Christopher, Justice y Giglio, Louis. (2006). *Algorithm technical background document*. Recuperado de:
http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod14.pdf
- Chuvieco Salinero, Emilio. (2008). *Teledetección ambiental*. Barcelona: Ariel.
- Yoram J. Kaufman y Chris Justice. (1998). *Monitoring global fires from EOS-MODIS*. Recuperado de: http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/reference/docs/Kaufman_er_al_%281998c%29.pdf

Sistema de ejercicio físico y sugerencia nutricional para los juegos organizados de los educandos de la UNAH-TEC-Danlí

Raúl Orlando Figueroa Soriano¹

RESUMEN

El presente artículo es el resultado de un estudio experimental (preexperimento, pretest y posttest) cuyo objetivo es proponer un sistema de ejercicios físicos y sugerencias de nutrición para mejorar el índice de masa corporal (IMC) y el índice de Ruffier (IR) de forma que se mejore la calidad de vida y se incorpore como eje transversal al programa de la asignatura: Juegos organizados de la UNAH-TEC-Danlí.

La población es de 70 estudiantes, lo que representa el universo de la indagación, y fue seleccionada de forma intencional. Son varios los autores que han hecho estudios sobre la materia, ya que es de gran importancia para la salud de los educandos; en tal sentido, en este estudio se consideraron fundamentos prestigiosos y a partir de esto se seleccionaron los ejercicios y la sugerencia nutricional para la intervención realizada.

Los ejercicios contribuyeron en gran medida a mejorar el IMC y el IR, puesto que en el primer índice en estudio de la muestra en experimento se mejoró el 84 %, se mantuvo el 3 % y empeoró el 13 %; en cuanto al segundo índice, con respecto a la muestra en estudio, se mejoró el 95 %, se mantuvo el 4 % y empeoró el 1 %.

En consecuencia, se obtuvo un 0.99 del coeficiente de Pearson en la correlación IMC e IR, por lo que la propuesta es de gran ayuda para mejorar la calidad de vida, dado que si se mejora el IMC, también se enriquece el funcionamiento del corazón, lo cual se evidenció a través de las técnicas y métodos de investigación aplicada, correspondientes a los niveles empíricos teóricos y matemáticos.

Palabras clave: Sistema de ejercicios, sugerencias de nutrición, índice de masa corporal, índice de Ruffier.

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras. UNAH-TEC-Danlí, Departamento de Humanidades y Artes. Correo electrónico: pitolamaquina2@hotmail.com; pitolamaquina2@yahoo.es.

ABSTRACT

The article is the result of an experimental study (Pre-experiment [Pre-test and post-test]). Whose aim of this study propose a system of physical exercises and nutrition tips to improve body mass index (BMI) and Ruffier Index (IR) and improve the quality of life, and incorporate it as a central focus of the program organized by subject Games UNAH-TEC-Danlí.

The population is 70 students representing the universe of inquiry and it was selected intentionally. Several authors have done studies on the subject, because of its great importance to the health of students. Prestigious foundations were considered for this study, selecting exercises and nutritional suggestions for the intervention.

Such exercises contributed greatly to improve BMI and IR: the first index of the sample studied in the experiment was improved by 84 %, remained still by 3 % and resulted worse in 13 %. In the second index relative to the study sample, it was 95 % improved, remained still by 4 % and resulted worse by 1 %.

The end result was obtaining a 0.99 Pearson coefficient in BMI and IR correlation. The purpose of this study proves to be helpful in improving the quality of life. If we improve BMI, in turn we improve the functioning of the heart, evidenced through the techniques and methods applied research related to theoretical and mathematical empirical levels.

Keywords: System exercises, nutrition tips, body mass index, index Ruffier.

INTRODUCCIÓN

La realización regular y sistemática de una actividad física ha demostrado ser una práctica sumamente beneficiosa en la prevención, desarrollo y rehabilitación de la salud, así como un medio para forjar el carácter, la disciplina, la toma de decisiones y el cumplimiento de las reglas beneficiando así el desenvolvimiento del practicante en todos los ámbitos de la vida cotidiana. Actualmente esta visión ha sido aceptada por muchos, sin embargo, a lo largo del tiempo ha tenido sus períodos de auge y regresión.

Aunque la investigación realizada es de naturaleza experimental, está comprometida con la búsqueda de alternativas para tener una calidad de vida óptima, por eso es de gran relevancia en su aplicación, al menos en esta área del conocimiento y

en UNAH-TEC-Danlí. La indagación consistió en la elaboración de un sistema de ejercicios y sugerencias de nutrición con el propósito de mejorar el índice de masa corporal (IMC) y el índice de Ruffier (IR) con respecto a los parámetros establecidos a nivel nacional e internacional, es decir a la Organización Mundial de la Salud (OMS), ya que durante el proceso docente educativo se evidenciaban anomalías en muchos de los educandos que cursaban la asignatura de Juegos organizados. Este estudio se realizó con alumnos de dicha asignatura de la UNAH-TEC-Danlí y evidenció la mejora de la salud con respecto a una prueba de entrada y una de salida del IMC y el IR, así como de pruebas de laboratorio (hemoglobina) en todo el proceso investigativo.

Para el escudriñamiento se trabajó con una población y muestras representativas que fueron seleccionadas de forma intencional. Se seleccionaron y aplicaron métodos del nivel, empírico, estadístico y teórico a fin de recopilar los datos necesarios, procesarlos cuantitativamente e interpretarlos en función de la toma de decisiones.

La investigación generó un sistema de ejercicio físico y sugerencias de nutrición adaptada a las características de los estudiantes, así como un sistema para generar datos estadísticos para simplificar el proceso de investigación. El resultado hace una contribución a la teoría de la educación física para la salud, demostrando que los fundamentos teóricos referenciales generales de esta teoría, considerados en esta investigación, se cumplen también en el plano particular de esta asignatura y en este contexto, por lo que cobran mayor consistencia y validez como teoría general.

Tratamiento teórico sobre calidad de vida e índice de masa corporal, el índice de Ruffier y hemoglobina

Según Figueroa (2013), el término calidad de vida es el bienestar, felicidad y satisfacción de la persona, que le permite una capacidad de actuación o de funcionar en un momento dado de la vida. Es un concepto subjetivo, propio de cada individuo, que está muy influido por el entorno en el que vive como: la sociedad, la cultura, las escalas de valores.

Según la OMS (2012), la calidad de vida es: "La percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de

independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno".

Atendiendo a esta conceptualización, la OMS propone las dimensiones de la calidad de vida en donde se hace presente la salud física:

1. Dimensión física: es la percepción del estado físico o la salud, entendida como ausencia de enfermedad, los síntomas producidos por la enfermedad y los efectos adversos del tratamiento. No hay duda que estar sano es un elemento esencial para tener una vida con calidad.
2. Dimensión psicológica: es la percepción del individuo de su estado cognitivo y afectivo como el miedo, la ansiedad, la incomunicación, la pérdida de auto-estima, la incertidumbre del futuro. También incluye las creencias personales, espirituales y religiosas como el significado de la vida y la actitud ante el sufrimiento.
3. Dimensión social: es la percepción del individuo en las relaciones interpersonales y los roles sociales en la vida como la necesidad de apoyo familiar y social, la relación médico-paciente, el desempeño laboral.

A partir del estudio de calidad de vida se determina en una de sus dimensiones (física) y se hace un análisis del concepto de salud, el cual ha evolucionado mucho a lo largo de los años y de una cultura a otra, es por eso que debe proporcionarse una definición válida para el contexto sociocultural en el que se desenvuelven las personas. Hace unos años se entendía por salud la ausencia de enfermedad, pero esta era una visión reduccionista del propio concepto, además de negativa e incompleta. Actualmente se entiende a la salud como un conjunto de aspectos que engloban situaciones con relación al individuo, a la familia, a la comunidad y todo ello sobre la base de conocimientos, ideas y aspiraciones actuales.

Asimismo, la OMS se refiere a la salud diciendo que es el: "Logro del máximo nivel de bienestar físico, mental y social y de capacidad de funcionamiento que permiten los factores sociales y ambientales en los que vive el sujeto y la colectividad". Como se puede evidenciar, el término calidad de vida está estrechamente ligado al concepto de salud, el cual se determina en gran medida en el primer término enunciado, pues el aspecto salud es uno de los que determina la calidad de vida.

Atendiendo a los conceptos abordados se hará la relación: calidad de vida, salud y actividad física, asumiendo que el individuo debe tomar la responsabilidad personal

en el cuidado de su propia salud, al mismo tiempo que debe estar consciente de que sus acciones pueden afectar la salud de los que lo rodean y debe sentirse corresponsable en el cuidado de la salud de los que convive; es decir, los objetivos para la educación en los que la cultura física es parte importante.

Entre las acciones preventivas que deben realizarse en las comunidades están las siguientes:

1. Promoción de la salud corporal de las colectividades y comunidades con educación física, recreación y deporte. No solo el individuo es el responsable de su cuidado y corresponsable desde el punto de vista social. Según la OMS (2012), también el Estado tiene una importante responsabilidad.
2. La salud es la mejor palanca para el desarrollo de los pueblos y la mejor plataforma para la paz. Ya no es considerado como un don, sino como un derecho universal y es el Estado el que debe asumir dicha exigencia, pues su logro es una necesidad básica y un objetivo social verdaderamente esencial.
3. La salud y no la enfermedad debe ser el centro de la política sanitaria; al respecto, Piedrola (1996) dice lo siguiente: "Ya nos preocupa tanto el hecho de alargar o prolongar la vida (desde la concepción de salud como la ausencia de enfermedad), sino de aportar calidad a esos años".

Figura 1. Relación calidad de vida, actividad física y salud



La figura 1 muestra la relación que existe sobre la calidad de vida, la cual a partir de sus dimensiones maneja el estado físico como aspecto primordial para mantener la salud y, a partir de ello, se enuncia que la cultura física busca colaborar en el proceso optimizador de la persona, por tanto intentará aportar beneficios para la salud.

Efectos del ejercicio sobre diferentes órganos y sistemas

1. El corazón: el ejercicio físico moderado y continuo favorece en el corazón el aumento de volumen sistólico y del grosor de las paredes cardíacas del ventrículo, dando como resultado una reducción de la frecuencia cardíaca en reposo y de los valores de la tensión arterial. También aumenta la capilarización, incrementando la densidad de los vasos sanguíneos que conectan con el corazón. Estos factores unidos a la reacción metabólica de los lípidos, disminuyen el riesgo de enfermedades coronarias.
Con la edad se produce una disminución de la capacidad contráctil de la musculatura cardíaca, son frecuentes con el paso del tiempo los trastornos eléctricos cardíacos con diferentes grados de bloqueo y arritmia y las válvulas que comunican las distintas cavidades cardíacas se pueden calcificar produciéndose estenosis (estrechamiento) o insuficiencia valvular.
2. El aparato circulatorio: el aumento de la capilarización no solo es un fenómeno que se produce con relación al corazón y los vasos directamente comunicados con él, sino que se produce sobre la mayoría de los vasos que riegan los músculos, órganos y tejidos. Dicho fenómeno ayuda a controlar la tensión arterial reduciendo la aparición de arteriosclerosis y sus consecuencias.
3. Sangre: a nivel venoso, con el envejecimiento, se producirá una disminución de la circulación de retorno, debido a la menor fuerza del efecto bomba que ejercen los músculos de las piernas y a la insuficiencia de las válvulas venosas, por tanto aparecen varices. El ejercicio consigue potenciar los músculos de las piernas bombeando la sangre en su retorno hacia el corazón. A nivel de las arterias, el enemigo más temible es la arteriosclerosis (colesterol); pero el ejercicio físico condiciona a esta enfermedad, ya que se ve reducida la luz de la arteria y con ello el flujo sanguíneo; igualmente, la actividad física favorece la regulación del colesterol sanguíneo y la capilarización, aumentando la irrigación y la oxigenación de los órganos; se observa un aumento de la capacidad de transporte de oxígeno gracias al ascendente número de glóbulos rojos y mayores niveles de concentración de hemoglobina.
4. Sistema respiratorio: con el tiempo va disminuyendo la superficie alveolar y con ello el área destinada al intercambio de gases será menor. Las vías respiratorias, fundamentalmente las de pequeño tamaño, tenderán a la obstrucción, debido a progresos degenerativos a nivel ósteoarticular, la caja torácica se vuelve más rígida. Por todo ello, con el paso del tiempo, se tiene una menor capacidad de adaptación al esfuerzo, debiendo realizar más trabajo para la obtención del oxígeno necesario. En respuesta a estos problemas de salud, con el ejercicio físico se favorece una tonicidad adecuada de la musculatura respiratoria, una optimización del intercambio gaseoso, al igual que una mayor absorción del

oxígeno de la sangre, una mayor capacidad del volumen respiratorio máximo (VO₂), una constante regeneración del volumen residual de aire en los pulmones y se regenera mucho más el volumen residual de los pulmones produciendo una mejor oxigenación.

5. Riñones y vías urinarias: la actividad física favorece una disminución de depósitos en los riñones y conductos urinarios y ayuda a la función de filtro, dado que al hacer ejercicio se eliminan impurezas del organismo por otras vías.
6. Metabolismo: el ejercicio afecta directamente al metabolismo de los lípidos favoreciendo el control de los niveles de colesterol sanguíneo y eliminando tejido graso subcutáneo. De esta forma, el ejercicio participa en el control de la arteriosclerosis y del peso, aspectos responsables de muchas enfermedades.
7. Aparato locomotor: por medio del ejercicio se produce un aumento del volumen y mejora de la capacidad contráctil de la musculatura, al mismo tiempo actúa contra las posibles actividades no bilaterales de la vida diaria, compensando y favoreciendo la movilidad global. Todo ello da un mayor control postural y un mantenimiento de la flexibilidad, ya que el ejercicio moderado afecta a la calcificación de los huesos evitando procesos de osteoporosis.

Con la edad disminuye la velocidad de la contracción muscular y aparece la atrofia de las fibras que componen los músculos, hay una pérdida progresiva de masa muscular y el envejecimiento conlleva, en menor o mayor grado, a una pérdida de la mineralización ósea (osteoporosis). Si bien existe una causa interna debido a la propia senescencia (envejecimiento de los tejidos), la alimentación incorrecta, aporte insuficiente de calcio y sobre todo la falta de ejercicio físico, acelerarán y empeorarán el proceso osteoporótico, con lo cual los huesos serán más frágiles y el riesgo de fractura será mucho mayor. A nivel articular, los cambios degenerativos y la falta de uso supondrán limitaciones para la movilidad, lo cual probablemente conducirá a una progresiva anquilosis de difícil resolución.

Los beneficios que el ejercicio físico supone para el mejor control de la osteoporosis, justificarán por sí solos el inicio de un programa de actividades físicas. El tratamiento farmacológico de la osteoporosis es de eficacia dudosa si no va acompañado de un plan regular de actividad física. El ejercicio evita la temprana atrofia muscular, favorece la movilidad articular y evita la descalcificación ósea.

8. Sistema nervioso: incide positivamente sobre la coordinación, el estado de ánimo, el ritmo de vigilia y sueño, ayudando a prevenir depresiones y a superar situaciones estresantes. Todos los beneficios que trae como consecuencia la actividad física sistemática en los diferentes sistemas y órganos, conlleva a una vida saludable y, por ende, a una mejor calidad de vida. Para realizar una investigación de carácter experimental se debe aplicar un pretest y un posttest

con pruebas validadas que generen datos valiosos. Por ello, se han seleccionado las pruebas de índice de masa corporal y de Ruffier, las cuales se describen a continuación.

a. Índice de masa corporal (IMC)

Determina la masa adecuada de los sujetos y su grado de obesidad, si la hay. Su objetivo radica en valorar la aceptabilidad o línea de normalidad con la relación a la masa o peso y la estatura, el sobrepeso y la obesidad, así como percibir ciertos grados de mal nutrición (ver cuadro 1). Para obtener el IMC se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{M \text{ (kg)}}{(\text{Talla m})^2}$$

Cuadro 1. Valores de los rangos del IMC

Clasificación IMC	Kg/m ²	Riesgo de comorbilidad
Peso bajo	Menos 18.5	Bajo
Rango normal	18.5 - 24.9	Promedio
Preobesidad (sobrepeso)	25.0 -29.9	Incrementado
Obesidad grado 1	30.0 - 34.9	Moderado
Obesidad grado 2	35.0 -39.9	Severo
Obesidad grado 3	Más 40.0	Muy severo

El IMC solo no puede predecir el riesgo para la salud, pero la mayoría de los expertos dicen que un índice superior a 30 (obesidad) no es saludable. Sin importar cuál sea el IMC, el ejercicio puede ayudar a reducir el riesgo de cardiopatía y diabetes; sin embargo, hay que tener el punto de vista de un facultativo para iniciar un programa de ejercicios.

Atendiendo a lo planteado y para hacer mejor las mediciones y la aplicación de un sistema de ejercicios, es necesario conocer el estado físico de la población en estudio y para ello se utiliza la prueba de Ruffier la cual se describe a continuación.

b. Índice de Ruffier

Contribuye a valorar la eficiencia cardíaca al esfuerzo y la reacción del sistema neurovegetativo (reacción vagal o vagotónica) ante el esfuerzo, el

cual depende del nivel de entrenamiento y de la adaptación del sistema cardiovascular a las cargas físicas. La metodología para aplicar la prueba de Ruffier es la siguiente:

- 1) Registrar el pulso en reposo (antes de la carga).
- 2) Realizar 30 cucilllas profundas (los brazos al frente, flexión profunda de las piernas) en 30 seg. También se aceptan 30 cucilllas en 30 a 45 s.
- 3) Registrar el pulso en 10 s, inmediatamente al terminar la carga (0 - 10 s) y tomar un segundo pulso al comenzar el primer minuto y al comenzar el segundo minuto. Cabe recalcar que se toma al terminar el minuto después del esfuerzo para tener las pulsaciones después del esfuerzo y se le suman diez para determinar que si el primer pulso que se tomó después del ejercicio es menor que el segundo, quiere decir que hay una mala recuperación (ver cuadro 2).

Para obtener su índice se aplica la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{Pr + P1 + P2 - 200}{10}$$

Cuadro 2. Rangos para evidenciar el IR

0	Corazón excepcional	Excelente
0 a 5	Corazón robusto, entrenado	Bien
5 a 10	Corazón común, mejorable	Regular
10 a 15	Corazón débil	Pobre
Más de 15	Corazón peligrosamente débil	Malo

El índice de Ruffier revela aspectos importantes para determinar el estado físico de la población en estudio, aunque para ello sea necesario determinar el grado de hemoglobina que poseen, ya que este será el punto de partida para determinar la oxigenación de la población con respecto al ejercicio y con ellos la producción de ATP (adenosi tri fosfato). Es por esto que se describe este aspecto a continuación.

La hemoglobina es una heteroproteína de la sangre, de masa molecular 64.000 (64 kDa), de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, en vertebrados y algunos invertebrados; al interaccionar con el oxígeno toma un color rojo escarlata, que es el color de la sangre arterial y al perder el oxígeno toma un color rojo oscuro, que es el color característico de la sangre venosa (Dogmaro, 2007).

Los valores de referencia de la hemoglobina varían de acuerdo a cada laboratorio clínico y por eso se especifican al solicitar la prueba. Esto depende de la ubicación del mismo, específicamente en la calidad de las técnicas usadas (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Máximo y mínimo de hemoglobina en una persona

Valor de referencia		
Sexo	Valor mínimo	Valor máximo
Hombre	10	14
Mujer	8	12

En los cuadros 4 y 5 se presentan los valores de la hemoglobina que se toman en cuenta cuando se realiza el ejercicio físico (Ceballos, 1997).

Cuadro 4. Márgenes de hemoglobina en hombres para planificar el ejercicio

Cantidad	Intensidad de trabajo
10	45 %
10 - 12	65 %
12 -13	75 %
13 -14	100 %

Cuadro 5. Márgenes de hemoglobina en mujeres para planificar el ejercicio

Cantidad de hemoglobina	Intensidad de trabajo
7	45 %
8 -9	65 %
9 -10	75 %
10 -12	100 %

En la actualidad son muchos los estudio sobre el IMC referidos al planteamiento de la actividad física, sin embargo, no se encuentra en la bibliografía consultada un estudio a nivel internacional y nacional, como el que se realiza en este estudio, en donde se combine la indagación del IMC, el IR y la prueba de laboratorio sobre la hemoglobina, para evidenciar la aplicación de un sistema de ejercicios y sugerencias de nutrición; de igual manera, sobre si este es eficiente.

Propuesta de sugerencia de nutrición y sistema de ejercicios

Objetivo

Mejorar el índice de masa corporal y el índice de Ruffier en los alumnos de la asignatura Juegos organizados de la UNAH-TEC-Danlí.

Ejemplo del día Lunes

- Desayuno: un vaso de jugo de naranja y tres galletas saladas con jalea.
- Merienda: fruta.
- Almuerzo: comenzar tomando una taza de caldo de sopa de pollo (sopa Maggie), un plato mediano de arroz blanco cocinado con poco aceite, acompañado con una ensalada de zanahorias y pollo a la plancha, de postre una rodaja de sandía o melón.
- Merienda: fruta.
- Cena: un vaso con leche descremada, con un emparedado de pan integral con lechuga, tomate, queso dietético, acompañado de una ensalada de vegetales.
- Merienda: fruta.

Planificación del entrenamiento

Objetivo: Mejorar el índice de masa corporal y el índice de Ruffier en los alumnos de la asignatura de Juegos organizados de la UNAH-TEC-Danlí.

Esta planificación de entrenamiento está distribuida para trabajar 3 veces a la semana, pero antes de entrar a la ejecución de la misma se debe realizar un pequeño trote de 10 a 15 min. A continuación se presenta la distribución de los ejercicios a realizar:

1. Sesión 1 de entrenamiento: trabajo aeróbico

En las primera dos semanas, hacer 30 minutos de trabajo de trote al 70 % de su capacidad, teniendo en cuenta la frecuencia cardíaca máxima. Esos trotes se harán los días lunes, miércoles, viernes y domingos; los restantes días trabajarán con los circuitos y ejercicios que se presentan en la cuadro 6.

Cuadro 6. Sesión 2 de entrenamiento: circuito de ejercicios (Martes)

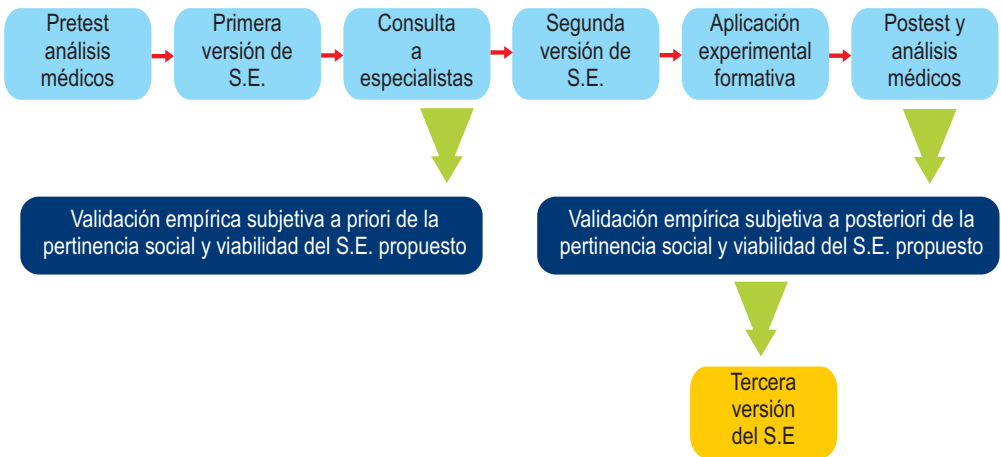
Ejercicios	Series	Repetición	Desc.
Realizar calentamiento de movilidad articular, toma de pulso y un trote de 10 minutos, estiramientos	--	--	
Cuclillas	3	15	
Planchas o pechadas	3	15	
Trabajo de tríceps	3	15	
Abdominales	3	15	
Trabajo de hombros	3	15	
Saltadas o salto alterno	3	15	
Trabajo de bíceps	3	15	

METODOLOGÍA

Para determinar y cumplir con el objetivo de investigación, se aplicaron métodos y técnicas de investigación basadas en todo el proceso investigativo, el cual partió de la siguiente hipótesis de trabajo: si se diseña y ejecuta un sistema de ejercicio físico y sugerencias de nutrición como eje transversal de la asignatura Juegos organizados, entonces se mejora, el índice de masa corporal y el índice de Ruffier y, por ende, en la calidad de vida de los alumnos que cursan dicha asignatura.

La población universo de la investigación fue de 70 alumnos y fue de carácter intencional. En la figura 2 se presenta el proceso realizado. A continuación se presentan los resultados de correlación del pretest y postest.

Figura 2. Proceso realizado



- 1. Aplicación de un pretest (cuestionario) en el cual se demostró la problemática acerca de la calidad de vida (IMC e IR), así como del análisis de laboratorio.
- 2. Primera versión del sistema de ejercicios físicos y sugerencias de nutrición.
- 3. Después de la consulta al especialista, se hizo una segunda versión del sistema de ejercicios físicos y sugerencias de nutrición.
- 4. Aplicación del sistema de ejercicios físicos y sugerencias de nutrición a través de un preexperimento formativo (experimento cómo método de investigación).
- 5. Aplicación de un postest (cuestionario) en donde se demostró la problemática acerca de la calidad de vida (IMC e IR), el análisis de laboratorio y cómo a través del ejercicio y las sugerencias de nutrición se puede mejorar dicho parámetro de salud.

Cuadro 7. Comparación de los resultados del cuasi experimento

Índice de masa corporal

Clasificación IMC	Pretest		Protest	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Peso bajo	13	18.57	7	10
Rango normal	45	64.28	51	72.85
Preobesidad (sobrepeso)	10	14.28	10	14.28
Obesidad grado 1	0	0	2	2.85
Obesidad grado 2	1	1.42	0	0
Obesidad grado 3	1	1.42	0	0

Índice de masa corporal

Interpretación	Muestra Pretest		Muestra Protest	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Corazón excepcional	0	0	1	1.42
Corazón robusto entrenado	0	0	0	0
Corazón común mejorable	1	1.43	10	14.28
Corazón débil	13	18.57	30	42.86
Corazón peligrosamente débil	56	80	29	41.43

Gráfico 1. Cuasiexperimento en el IMC

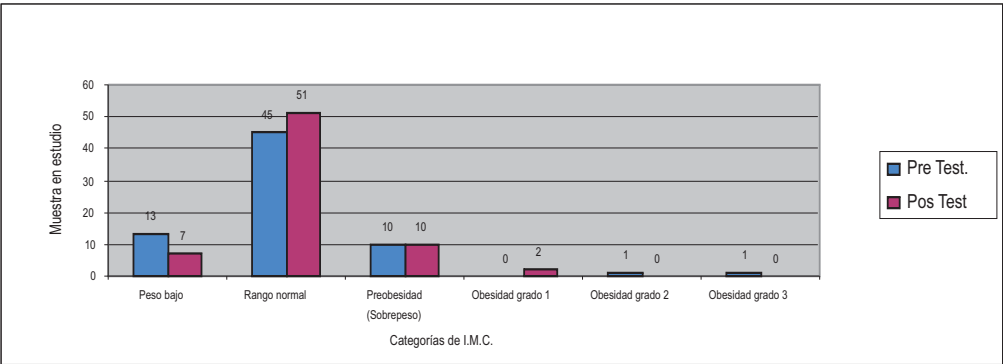
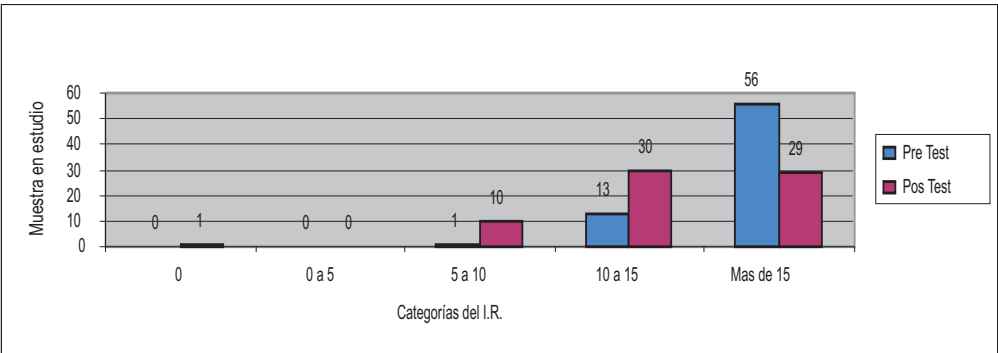


Gráfico 2. Cuasiexperimento en el IR



Mediante la aplicación de métodos y técnicas de investigación (análisis médicos, test de Ruffier, observación, consulta a especialistas) se constató el mejoramiento de la población estudiada con respecto al índice de masa corporal y el índice de Ruffier y, por ende, en la calidad de vida de los alumnos que cursan dicha asignatura. Por lo que se comprueba la hipótesis de trabajo planteada. Sustentando aún más esta decisión el coeficiente de correlación Persson que es el 0.99632360. Lo que indica la relación existente entre las dos variables de estudio en lo referente al IMC e IR.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la sistematización realizada de varios autores especialistas en temas de interés, sobre cultura física y muy especialmente en los referente a la Calidad de Vida y la Educación Física para la salud y en la estructuración de

sistema de ejercicios físicos y sugerencia de nutrición, permitió determinar que es un aspecto fundamental para el ser humano en correspondencia a la actividad física que desarrolla y su hábito alimenticio.

2. El sistema de ejercicio físico y la sugerencia de nutrición diseñada mediante la combinación de Gimnasia Básica Aeróbica, y la alimentación adecuada, consigue una reducción del peso corporal y (Índice de Masa Corporal y a su vez la mejora del Índice de Ruffier lo que evidencia la eficiencia cardiaca al esfuerzo y la reacción del sistema neurovegetativo (reacción vagal o vago-tónica) ante el esfuerzo, el cuál dependió del nivel de entrenamiento y de la adaptación del sistema cardiovascular a las cargas físicas de la población estudiada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, P. (1995). *Aptitud física, características morfológicas y composición corporal. Pruebas estandarizadas en Venezuela*. Instituto Nacional de Deportes. Caracas: Depoaction.
- Alonso, R. (1985). *Resultados antropométricos en un ensayo de un nuevo programa de educación física*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Andux, C. (1988). *Programa de preparación del deportista de voleibol*. La Habana:INDER.
- Antón, J. L. (1989). *Entrenamiento deportivo en la edad escolar. Bases de aplicación*. Málaga: Ed. Junta de Andalucía, UNISPORT.
- Barrios, Joaquín y Ranzola Ribas, Alfredo. 1998. *Manual para el deporte de iniciación y desarrollo*. La Habana: Editorial Deportes.
- Baumagnter, T. A. y Jackson, A. S. (1995). *Measurement for evaluation in phisical education and exercise science*. Madison, Brown & Benchmark Publishers.
- Belbenoi, G. (1973). *Le sport à l'école*. Tournai: Ed. Casterman.
- Berbasco. (1982) Segundo estudio nacional de crecimiento y desarrollo. *Revista Cubana de Pediatría*. La Habana, 4-22.
- Carter, J. L. (1980). *The Heath-Carter Somatotype Method*. San Diego State University.



Notas Informativas



CRITERIOS PARA LA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A. SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

La estructura del artículo tendrá la siguiente distribución:

1. *La página del título*: es la primera y debe contener los siguientes elementos:

a. El título:

- 1) Debe escribirse con letra inicial mayúscula.
- 2) Debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector el contenido esencial del artículo. No debe sobrecargarse con información 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 acompañados de su grado académico más alto, institución a la que pertenece y cargo que ocupa.
- 2) El nombre del departamento e institución o instituciones a las que se debe atribuir el trabajo.
- 3) Dirección electrónica, teléfono o extensión (si es de la UNAH) y la dirección del autor responsable de la correspondencia.
- 4) El nombre y dirección del autor al que pueden solicitarse comentarios, dudas o avisos sobre el artículo.

2. *Resumen y palabras clave* (en español e inglés): es la segunda página y contiene los siguientes elementos:

a. Incluirá un resumen del contenido del artículo (entre las 150 y 250 palabras).

b. En él se indicarán los objetivos del estudio, los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o de los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos), los resultados más destacados (mediante la presentación de datos concretos y, de ser posible, de su significación estadística) y las principales conclusiones. Se hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.

c. Después del resumen, los autores deberán identificar las palabras clave del artículo (de 3 a 10), las cuales sirven para facilitar el indizado del artículo y se publicarán junto con el resumen (en español e inglés).

d. En el caso del resumen en inglés, este se denominará ABSTRACT, deberá ser una traducción comprensiva y fiel del resumen en español; lo mismo aplica con la palabras clave (keywords). Se espera que su redacción observe las normas ortográficas 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. Las 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 milímetros de 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



**Dirección de
Investigación Científica y Posgrado**

Edificio CISE, tercera planta

Tels. (504) 2231-0678 / 2232-4907

PBX. (504) 2232-2110, exts. 151 / 245

Sitio web: <http://investigacionyposgrado.unah.edu.hn>