

CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 5, Número 1 Primavera, 2012
ISSN: 2225-5249



Ueditorial
universitaria



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

CIENCIAS ESPACIALES

Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)

Volumen 5, Número 1 Primavera, Año 2012. ISSN: 2225-5249

Portada:

Nebulosa Boomerang

Fuente de imágenes: Imagen tomada con el Telescopio Espacial Hubble

Directora

María Cristina Pineda de Carías

Edición

Martha Lorena Talavera

Consejo Editor

Eduardo Rodas
Alex Matamoros
Yessica Sosa
Martha Talavera

Consejo Científico

Gustavo Buzai
Joaquín Bosque Sendra
Marcos Carías
Silvia Fernández

Diagramación y Maquetación

Michelle Sosa
Elizabeth Figueroa M., contenido
Editorial Universitaria, portada y contraportada
SEDI UNAH

Contacto:

Dra. María Cristina Pineda de Carías
Email: mcpinedacarias@gmail.com

Facultad de Ciencias Espaciales

El 17 de Abril de 2009, mediante Acuerdo No. CU-O-043-03-2009 el Consejo Universitario de la UNAH creó la Facultad de Ciencias Espaciales en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH).

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales. El contenido de cada artículo es responsabilidad de su(s) autor(es). La suscripción de esta publicación es gratuita, solamente se cobrará el costo de su envío.

Contenido

Volumen 5, Número 1 Primavera, 2012

ARTÍCULO DE FONDO

Determinación de cómo el alumbrado público de la Ciudad Universitaria afecta la calidad del cielo nocturno del OACS

Ricardo Pastrana

5

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Evaluación educativa utilizando la metodología del Ranking Task en la enseñanza de la mecánica celeste en la asignatura de introducción a la Astronomía

Joel Alemán Ramírez

19

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Descripción de la Infraestructura Cultural y Recreativa en la Ciudad del Distrito Central de Honduras

Celina Michelle Sosa Caballero

34

Determinación del cambio de cobertura agrícola de los municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y la Virtud, Departamento de Lempira del 2002 al 2014

Jessica Gabriela Villatoro Escobar

47

Análisis temporal del contenido de humedad en pasto en un ecosistema de dehesa mediante imágenes Landsat, y su relación con factores climáticos

José David Cáceres Coello

Pilar Martín Isabel

Javier Salas

66

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

- Arqueoastronomía y astronomía cultural sus campos de acción y aplicación en Honduras. Metodología
Eduardo Rodas 86

NOTAS INFORMATIVAS

- Revista Ciencias Espaciales, Introducción a los autores y criterios para el diseño, Diagramación y Maquetación 99

ARTÍCULO DE FONDO

Determinación de cómo el alumbrado de la Ciudad Universitaria afecta la calidad del cielo nocturno del OACS

Ricardo Antonio Pastrana Sánchez

Resumen

La contaminación lumínica es uno de los factores responsables de la atenuación del brillo de los cuerpos celestes, esto se debe principalmente a la forma inadecuada en que iluminamos nuestras ciudades. El objetivo que nos propusimos en este trabajo fue determinar en qué medida el alumbrado público instalado en la ciudad universitaria y sus alrededores afecta la observación astronómica del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, y proponer las medidas para corregirlo. Los datos fueron obtenidos mediante el uso de luxómetro el cual se colocaba paralelo a la calle y a una altura de 1.5 metros, además mediante técnicas de GPS se georreferenciaron las zonas de estudio. Resultados encontrados en vías principales del campus universitario de la UNAH – Tegucigalpa están entre 3 lux y 95.5 lux que al ser comparados con estándares internacionales confirman la existencia de zonas en las cuales la iluminación es muy pobre o están sobre iluminadas. Nuestro trabajo consistió en el cálculo de la iluminancia media (E_m), que se determinó mediante la aplicación del método estándar europeo de los “Nueve puntos”.

Palabras clave: Contaminación lumínica, fotómetro, OACS, SQM, iluminancia, nueve puntos

Abstract

Light pollution is one of the factors responsible for the attenuation of the brightness of celestial bodies, this is mainly due to the inadequate way we light our cities. The goal we set in this work was to determine to what extent the public lighting installed in the campus and surrounding astronomical observation affects the Central Astronomical Observatory of Suyapa, and propose corrective action. The data were obtained by using LUXOMETRO which stood parallel to the street and a height of 1.5 meters, and using GPS techniques georeferenced studio areas. Results found in major ways UNAH college campus - Tegucigalpa are between 3 lux and 95.5 lux when compared to international standards confirm the existence of areas where the

lighting is very poor or are over lit. Our work consisted in the calculation of the average illuminance (E_m), which was determined by applying the European standard method of the “Nine Points”.

Keywords: Light pollution, photometer, OACS, SQM, illuminance, nine points.

Ricardo Antonio Pastrana Sánchez Departamento de Astronomía y Astrofísica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

Un cielo totalmente oscuro y limpio al momento de realizar una observación, es el deseo de todo astrónomo pero esto no suele suceder. La atmosfera de nuestro planeta se ve afectada por dos razones básicas: La primera se debe a la contaminación atmosférica causada por los gases que producen las industrias, fabricas, autos, etc. La segunda es la contaminación lumínica (CL) ocasionada por la manera inadecuada de iluminar nuestras ciudades.

Prácticas de iluminación concebidas de forma errónea son el uso masivo de luminarias, proyectores inclinados, letreros de publicidad luminosos que permanecen encendidos durante toda la noche emitiendo luz con intensidades excesiva (*ver figura 1*). Con esto se incrementa la CL haciendo que la luz de las estrellas, galaxias y demás astros se vea atenuada progresivamente.

Nuestra atmosfera dispersa la luz emitida por fuentes instaladas en zonas urbanas, creando un halo de luz visible sobre la ciudad aún desde gran distancia (Hosseini y Nasiri, 2007), al momento de la observación astronómica el telescopio capta tanto la luz del astro bajo estudio como la luz artificial que ha sido reflejada por la atmosfera.

La protección del cielo nocturno y la creciente disminución de nuestra capacidad de observar el universo ha sido motivo para que astrónomos y organizaciones mundiales suscribieran la DECLARACIÓN SOBRE LA DEFENSA DEL CIELO NOCTURNO Y EL DERECHO A LA LUZ DE LAS ESTRELLAS el 20 de abril de 2007 en La Palma, Islas Canarias, España.

El OACS no es ajeno a este problema ambiental, conocer el grado en que las luminarias cercanas afectan la observación astronómica contribuye a plantear alternativas que corrijan la iluminancia de la zona para el disfrute del cielo y la investigación astrofísica.

Al no contar con una normativa propia que regule la manera de iluminar los lugares destinados a la actividad humana, se hace necesaria la aplicación de métodos internacionales estándares para conocer la situación actual en esta área. El llamado método de los nueve puntos, especificado en la ITC-EA-07 del Reglamento de eficiencia energética del alumbrado exterior del gobierno de España fue el empleado en la captura de datos.

Equipo utilizado

Para la determinación de la Em fue necesaria la medición de la iluminación producida por las luminarias del alumbrado público de la UNAH. El equipo empleado durante esta etapa de la investigación fue un luxómetro modelo CA811 la tabla 1 muestra las especificaciones técnicas del instrumento, un trípode con nivel, una cinta métrica de 20 m, una plomada, GPS eTrex de Garmin las especificaciones aparecen en la tabla 2 y cámara fotográfica Cannon Rebel modelo eos350D.

El luxómetro transforma la energía luminosa en una señal eléctrica, la cual es medida en una escala calibrada. Este dispositivo es colocado en el trípode de modo que el sensor de silicio se mantenga paralelo a la superficie. Esto permite medir el flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área a la que llamamos iluminancia (E) y está dada por:

$$E \text{ (lux)} = \frac{dF}{dS}$$

Donde dF es el diferencial del flujo luminoso expresado en lumen y dS el diferencial de superficie en m². Nuestro medidor de luz fue ajustado para usar el lux (lumen/m²) como unidad de medida.

Metodología

El OACS se encuentra inmerso en urbanizaciones que desde horas tempranas las luminarias del alumbrado público comienzan a iluminar (*ver figura 2*), esto representa un grave problema para los astrónomos puesto que el cielo nocturno de la ciudad rápidamente pierde su calidad para la observación astronómica.

El brillo del cielo urbano está atenuando la luz proveniente de las estrellas y el universo. La contaminación lumínica es un efecto negativo que produce la forma indebida de la instalación de lámparas en vías públicas y el exceso de iluminación en ciertas aéreas.

Un cielo nocturno estrellado es un recurso de gran importancia para científicos y artistas así como para la sociedad y la cultura (Grigore, 2009). Las observaciones astronómicas se ven afectadas por el derroche energético que se hace en algunas zonas. Honduras no dispone de una normativa que indique el modo en que se debe iluminar un lugar específico.

Para el cálculo de la E_m fue necesaria la aplicación del método de los nueve puntos especificado en la ITC-EA-07 del Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior del Gobierno de España. El método es estándar y posibilita la fácil obtención de datos. Este es el mismo método usado en los trabajos académicos Mapa de Contaminación Lumínica de la UCM (Universidad Complutense de Madrid) (Rodríguez, 2009) y Contaminación lumínica en la UCM (2010) I. Evolución de la iluminación en la UCM (Herranz, 2010).

El método consiste en tomar lecturas de iluminancia de un par de luminarias en 15 puntos contenidos en un rectángulo (ver figura 3). Los lados del paralelogramo lo forman la distancia entre las luminarias (S) y la calzada de la calle (A). Los puntos son las intercepciones de las abscisas B, C, D, con las ordenadas 1, 2, 3, 4 y 5 que se logran valiéndose de una cinta métrica. Cada zona de medición se ha georreferenciado usando técnicas GPS.

Las lecturas de iluminancia de cada punto se realizaron mediante la acopladura de trípode más luxómetro y una plomada (ver figura 4), la que permitía precisar el punto a medir. El sensor se fijaba paralelo a la calle a 1.50m de altura.

El cálculo de E_m viene dado por la ecuación:

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

La medida real de la iluminancia en cada punto (E_i) es la media aritmética de las medidas obtenidas en las abscisas. Por lo que E_1 a E_9 vienen dadas por:

$$E_1 = (B_1 + B_5) / 2, E_2 = (C_1 + C_5) / 2, E_3 = (D_1 + D_5) / 2, E_4 = (B_2 + B_4) / 2, E_5 = (C_2 + C_4) / 2, E_6 = (D_2 + D_4) / 2, E_7 = B_3, E_8 = C_3 \text{ y } E_9 = D_3.$$

El valor calculado de E_m también es usado para evaluar la uniformidad media (U_m) de iluminancia, lo cual es el cociente entre el valor mínimo de las iluminancias E_i y la E_m . Por otra parte la determinación de la uniformidad general (U_g) se calcula dividiendo el valor mínimo de las iluminancias E_i entre el valor máximo de dichas iluminancias.

Resultados

Se ha cubierto un área total de 3,334.1 m². El cálculo para el valor mínimo y máximo de la Em fue de 1 y 219 lux respectivamente. Los valores encontrados están fuera de los rangos establecidos para la iluminación del alumbrado público del ayuntamiento de Madrid.

Los datos encontrados que se resumen en la tabla 3 revelan que las zonas bajo estudio presentan valores de iluminación muy pobres y en otras ocasiones están sobre iluminadas. El cociente de Um indica que los valores aceptados deben de estar dentro de un rango de 0.2 a 0.5. Nuestros cálculos reflejan valores que van desde 0 a 1.36 determinando que no se ha encontrado zona alguna que este en el parámetro aceptado internacionalmente.

Las magnitudes estándar de Em, Um y Ug para cada zona de estudio se especifican en la tabla 4. La Ug nos indica que tan pareja se encuentra la iluminación de las zonas estudiadas. Esta toma en cuenta todos los puntos de la calzada donde se encuentra los valores mínimos, máximos y promedios de luminancia, salvo en pocos casos como las mediciones 5,10,14,16 y 18 los resultados calculados se encuentran dentro de los valores estándares.

Conclusiones

Los coeficientes calculados de la Ug, advierten que la mayor parte de las zonas investigadas indican que la radiación que incide sobre ellas no está distribuida de forma pareja.

La disparidad de las magnitudes encontradas de Em indica que la UNAH no cuenta con una eficiente iluminación de sus áreas destinadas al que hacer humano. Causando en algunos casos excesos de radiación innecesarios y en otros falta de luz artificial.

La estadística registrada en el presente trabajo contribuirá a realizar una caracterización más completa de la Em, Um y Eg del campus universitario y sus efectos sobre el OACS.

La investigación realizada permitirá realizar estudios futuros de la evolución del alumbrado público de la UNAH, detectando correcciones, excesos o escasa iluminación pública.

Recomendaciones

A fin de mejorar las condiciones de observación en el OACS se sugiere lo siguiente.

1. Se deben realizar los cambios de las luminarias que se detectaron el mal estado.
2. Es de suma importancia que se haga un trabajo de poda de árboles que bloquean la luz emitida por el alumbrado público con el propósito de mejorar la iluminación a nivel de suelo.
3. Se debe realizar los ajustes de energización de las luminarias para que estas emitan dentro de los rangos establecidos internacionalmente.
4. Realizar mediciones del Em en futuras fechas permitirá conocer si la iluminación pública de la UNAH se mantiene bajo control.
5. Establecer un reglamento interno de la UNAH sobre el alumbrado público. A la vez este serviría como modelo para las autoridades del gobierno tomen conciencia de la importancia de iluminar correctamente y ahorro que representa en la factura energética nacional.

Bibliografía

- Grigore, V. (2009). Meteor Observation and the Light Pollution. *Proceedings of the International Meteor Conference*, 68 - 75.
- Herranz, I. R. (2010). *Contaminación lumínica en la UCM (2010) I. Evolución de la iluminación en la UCM*. Madrid, España: Departamento de Astrofísica y CC. de la Atmósfera.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, T. Y. (Miércoles 19 de Noviembre de 2008). REAL DECRETO 1890/2008. *REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR*. Madrid, Madrid, España: Boletín Oficial del Estado núm. 279.
- Nasiri, S. H. (2007). *Measurement of Light Pollution for Observatory Sites. Solar and Stellar Physics Through Eclipses*, 284 - 288.

- *Rodríguez, P. C. (2009). Mapa de contaminación lumínica de la UCM lumínica de la UCM. Madrid, España: Departamento de Astrofísica y CC. de la Atmósfera.*
- *StarLight. (2007). DECLARACIÓN SOBRE LA DEFENSA DEL CIELO NOCTURNO Y EL DERECHO A LA LUZ DE LAS ESTRELLAS. Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas (págs. 1 - 14). La Palma, Islas Canarias, España : © Bob Crelin.*

Anexos:



Figura 1. Toma nocturna de Tegucigalpa.



Figura 2. Fotografía del OACS al fondo puede verse las luminarias encendidas aún cuando el Sol se encuentra sobre el horizonte.

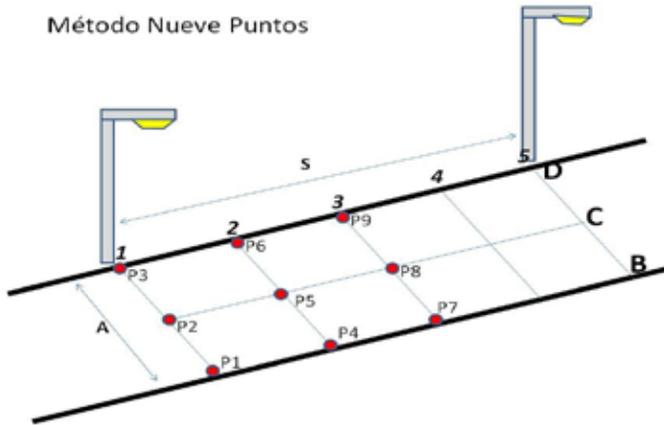


Figura 3. Método estándar de los nueve puntos para el cálculo de la iluminancia media.



Figura 4. Equipo utilizado durante las mediciones de iluminación.

Tabla 1. Características técnicas del luxómetro.

Especificaciones luxómetro CA811	
Magnitud	Valor
Rango	20fc, 200fc, 2000fc, 20kfc
	20lux, 200lux, 2000lux, 20klux
Resolución	0.1fc o 0.1lux
Sensor	Fotodiodo de Silicio
Respuesta espectral	Curva fotóptica CIE*
Precisión para una fuente de luz de 2856k	$\pm 3\% \pm 10$ dig

*CIE: siglas en francés de la Comisión Internacional de Iluminación.

Tabla 2. . Características técnicas del GPS.

Especificaciones GPS eTrex	
Magnitud	Medida
Receptor	Compatible con WAAS*
Tiempo de adquisición	~ 3 seg (caliente)
	~ 32 seg (tibio)
	~ 39 seg (frio)
Frecuencia de actualización	1/segundo, continua
Precisión GPS	< 10 metros
Precisión DGPS (WAAS)	3 metros (10 pies), 95% típica con correcciones DGPS**
Precisión de velocidad	0.1 nudos RMS en estado estable

* WAAS (Wide Area Augmentation System), Sistema de corrección diferencial satelital.

** DGPS (Differential GPS), Sistema que proporciona a los GPS correcciones de datos.

Lugar (Madrid)	Iluminancia (lux) min/max	Lugar (UNAH)	Iluminancia (lux) min/max
Paseos	7/10	Paseo A1-Física	5.65/12.78
Paseos	7/10	Paseo Rectoria – A1	10/219
Paseo	7/10	Paseo D1	1/17.5
Aparcamientos en superficie	15/20	Estacionamiento Padre Trino	1/127
Vías Principales	15/20	Calzada calle Piscina	3/95.5

Tabla 3. Resumen de los valores encontrados durante las mediciones.

Zona	No. De Medición	Iluminancia media Em	Uniformidad media Um	Uniformidad general Ug
Paseo Edificio A1 y Física	Medición 1	12.1875	1.066666667	0.472727273
	Medición 2	12.71875	0.157248157	0.066666667
	Medición 3	8.1875	0.610687023	0.4
	Medición 4	5.71875	0	0.148148148
Paseo Rectoría y A1	Medición 5	43.28125	0.323465704	0.282828283
Paseo principal D1	Medición 6	4.40625	1.361702128	2
	Medición 7	8.0625	0.744186047	0.923076923
Estacionamiento Padre Trino	Medición 8	34.9375	1.14490161	1.25
	Medición 9	41.5	1.34939759	1.230769231
	Medición 10	11.1875	0.357541899	0.097560976
	Medición 11	48.0625	1.061118336	1
	Medición 12	21.75	0.091954023	0.078431373
	Medición 13	37.625	1.063122924	0.85106383
	Medición 14	22.53125	0.53259362	0.406779661
Piscina	Medición 15	55.28125	1.26625212	1.147540984
	Medición 16	14.3125	0.349344978	0.208333333
	Medición 17	16.8125	0.594795539	0.357142857
	Medición 18	16.71875	0.358878505	0.181818182

Tabla 4. Valores de Iluminancia media, Uniformidad media y Uniformidad general.

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Evaluación educativa utilizando la metodología Ranking Task en la enseñanza de la mecánica estelar en la asignatura de Introducción a la Astronomía Optativa

Joel Alemán Ramírez

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en cuanto a ganancia en conocimientos por estudiantes del espacio pedagógico denominado Introducción a la Astronomía después de haber incorporado el Ranking Task como herramienta de aprendizaje colaborativa.

Este estudio se realizó en ciudad universitaria a finales del año académico 2012 e inicios del año 2013, tomando como sujetos de estudio un grupo de 26 estudiantes con las características típicas de estudiantes que cursan esta asignatura general y optativa, el estudio se declara exploratorio su interés es conocer el comportamiento de los estudiantes ante este nuevo recurso de enseñanza aprendizaje.

El estudio se considera aún parcial debido a las interioridades propias del proceso de investigación, el espacio pedagógico y los sujetos de estudio por lo que se espera una nueva oportunidad para validar los hallazgos del presente estudio.

Palabras clave: Aprendizaje colaborativo, constructivismo, tareas de posicionamiento

Abstract

This paper shows results obtained in terms of gain in knowledge by students of pedagogical space called Introduction to Astronomy after adding Ranking Task as collaborative learning tool.

This study was conducted on campus at the end of the academic year 2012 and early 2013, taking as subjects a group of 20 students with the typical characteristics of

students taking this course elective general, and exploratory study declares interest is to understand the behavior of students at this new teaching and learning resource.

The study is still considered part because the internals own research process, educational space and study subjects so expect a new opportunity to validate the findings of this study.

Keywords: Collaborative learning, constructivism, ranking task

Joel Alemán Ramírez (joel.aleman@UNAH.edu.hn) Departamento de Astronomía y Astrofísica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Introducción

El nuevo modelo educativo de la UNAH, demanda nuevas estrategias en los procesos de enseñanza aprendizaje exige, estrategias de corte constructivista y centradas en el estudiante que posibiliten el cambio cognitivo y el desarrollo de competencias que preparen a los futuros egresados a este “nuevo mundo” de constante cambio. Se hace necesario entonces escoger aquellos recursos de aprendizaje que se ajusten mejor a las exigencias impuestas en el modelo educativo, es por ello que en este estudio se comienza por estudiar si el Ranking Task (RT) llena estos requisitos.

Este estudio trata sobre las experiencias obtenidas en la utilización de esta herramienta en la enseñanza de la astronomía. Se hace en primer lugar una revisión conceptual de la herramienta, haciendo referencia a los estudios más significativos que fundamentan sus aplicaciones en la enseñanza de la ciencia en general y de la astronomía en particular, seguidamente se presentan las bases psicopedagógicas que fundamentan el RT como recurso constructivista de enseñanza aprendizaje, luego se pasa revisión a los instrumentos que servirán para recoger la información en el estudio, continua el documento con la metodología de investigación pasando inmediatamente a los resultados, su discusión y algunas conclusiones que sirvan para justificar (o no) la incorporación del RT en el espacio pedagógico de Introducción a la Astronomía.

¿Por qué incorporar Ranking Task en el espacio pedagógico de Introducción a la Astronomía?

El Ranking Task (RT) del inglés: Ranking, ordenamiento y Task, tarea es decir; tareas de posicionamiento, son herramientas pedagógicas utilizadas para valorar aspectos conceptuales del aprendizaje.

A través de baterías de ejercicios sobre un mismo tema se presentan una serie de situaciones físicas que varían muy poco entre sí y que deben ser resueltas de manera conjunta por grupos de estudiantes. Se atribuye a Maloney (Maloney, 1987) como el primero en dar una descripción de esta herramienta. Éste autor, menciona que el RT se fundamenta en Reglas de Evaluación, una técnica muy útil que por lo regular se utilizan en pruebas diagnósticas (del tipo pre y post test) sobre todo en actividades de laboratorio y/o tareas.

Estudios posteriores revelan la utilidad del RT en estrategias de enseñanza colaborativa en el aula (Maloney & Friedel, 1996) a este respecto Maloney, en el

mismo estudio de 1987 encontró que estudiantes trabajando en pequeños grupos con RT desarrollan una estrategia de resolución de problemas caracterizada por tres elementos claramente diferenciados:

Descripción del problema → construcción de una base conceptual → Cálculo

Llegando a este último a través de un proceso pasó a paso hasta encontrar la solución al problema.

Si bien la herramienta de RT esta categorizada como de corte constructivista, su aplicación no está generalizada de hecho, su estudio y aplicación en el área de enseñanza de la astronomía es muy incipiente aún y la mayoría de los estudios hechos al respecto son extranjeros sin tenerse conocimiento de algún estudio de este tipo en Honduras.

Originalmente la herramienta ha sido utilizada para la enseñanza de la física de donde parte la mayoría de las aplicaciones y estudios sobre su utilidad en los diferentes espacios pedagógicos asociados.

En Ciudad Universitaria probablemente su introducción como herramienta de enseñanza sea debido al PhD. Armando Euceda quien la introdujera como parte del contenido del curso de Enseñanza de la Física en el año 2009, asignatura obligatoria del Postgrado en Física General de la UNAH.

Su aplicación como herramienta de evaluación de aprendizajes no forma parte aun del portafolio de recursos de enseñanza aprendizaje de profesores de la UNAH y su aplicación se limita a experiencias aisladas de profesores de la escuela de física en forma de tareas para la casa; y por un profesor de astronomía que regularmente la introduce como actividad de aprendizaje colaborativa en la segunda unidad del pensum del curso de general y optativo de Introducción a la Astronomía. En los anexos de este documento se adjunta una batería de instrumentos RT para un tema en particular de los abordados en el estudio.

Bases psicopedagógicas del RT

Se mencionaba párrafos arriba el RT como herramienta de enseñanza aprendizaje constructivista, enfoque de aprendizaje que se establece como norma en el nuevo modelo educativo de la UNAH.

En estos nuevos enfoques de aprendizaje, el constructivista hace hincapié en la importancia que la interacción entre personas y las situaciones tiene en la ad-

quisición de conocimientos y el desarrollo de competencias (Cobb & Bowers, 1999) es decir, el supuesto fundamental de constructivismo es considerar al estudiante como elemento activo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El constructivismo sin embargo, ha tenido implicaciones no solo en la apreciación de la adquisición de competencias y conocimientos sino también en los medios y métodos utilizados para tal fin es decir, en aspectos del desarrollo curricular y la instrucción en si misma (currículo integrado) base hoy en día de las estrategias centradas en el estudiante.

En el caso particular de la enseñanza de la astronomía diferentes estudios revelan la importancia del enfoque constructivista. Estudios como los de Bonwell y Eison (Bonwell & Eison, 1991), Prather (Prather, Slater, & Adams, 2004) entre otros, exponen la mejora en la comprensión de contenidos de los estudiantes cuando estos hacen uso de estrategias de enseñanza participativa centrados en el estudiante.

Resulta más fácil sin embargo decirlo que hacerlo y es que la mayoría de profesores que hayan tenido encuentros con estas herramientas de aprendizaje constructivistas saben del esfuerzo y tiempo que se requiere el desarrollar materiales apropiados así como de su implementación en el aula.

Esto no es algo nuevo o propio de profesores de física y/ astronomía de la UNAH, es algo que ya ha sido señalado en numerosos estudios. En el área de enseñanza de la astronomía estos estudios como los de (Brissenden, Slater, & Mathieu, 2002) han demostrado que son tres las grandes prioridades al respecto:

1. Elaboración de materiales curriculares basados en la investigación
2. La evaluación cuantitativa de la eficacia de estos materiales en el aula
3. Estrategias de enseñanza

Elementos que aun hoy en día no han sido suficientemente atendidos. Otra teoría cognitiva que además del constructivismo fundamenta el desarrollo de materiales curriculares como el RT es la Teoría de Esquemas.

Estas teorías tienen que ver en como organizan la información que reciben los estudiante alrededor de un esquema pre elaborado (Stein & Trabasso, 1982) o a través de ideas conectadas entre sí (Slavin, 1988).

En la teoría del esquema se estudia la compleja interacción entre la imaginación visual y las estructuras de conocimiento que se crean y organizan activamente: normas, proposiciones, listas de palabras, conceptos de categorización y conocimiento procedimental que tienen lugar en la mente de cada persona.

Una definición de esquema puede encontrarse en Schunk (Schunk, 2012) citando a Anderson (Anderson, 1990) que expone esta teoría como una estructura que organiza grandes cantidades de información en un sistema significativo. En el mismo texto (Schunk, 2012) se menciona otra definición que va muy acorde con las RT: El esquema es un estereotipo que determina una pauta general o secuencia de pasos asociada con un concepto, destreza o acontecimiento particular.

Descripción de los instrumentos RT

Para el presente estudio se han utilizado instrumentos RT, diseñados para obtener inicialmente concepciones alternativas que comúnmente utilizan los estudiantes para explicar fenómenos físicos (y astronómicos) estos instrumentos representan una serie de ejercicios conceptuales que proporcionan un primer camino para que los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos. Los instrumentos han sido adaptados de otros que se encuentran disponibles en internet los cuales son utilizados comúnmente para propósitos educativos. Estos, se basan en la teoría de esquemas y cubren los temas en que los estudiantes muestran mayor dificultad de comprensión.

Los instrumentos abordan un mismo tema desde diferentes enfoques en diferentes niveles de complejidad elevándose poco a poco de un instrumento a otro. El diseño de estos instrumentos y su utilización en investigación educativa relacionada con la enseñanza de la ciencia están validados por diferentes estudios hechos al respecto por ejemplo (Shulman, 1986), (Grayson, 2004), que evalúan las dificultades específicas y las concepciones alternativas y las estrategias a que recurren los estudiantes para hacer frente a la problemática presentada.

Se trabajaron ocho temas para los cuales se adaptaron los instrumentos, estos se aplicaron en un pilotaje con estudiantes de una sección de astronomía y el acompañamiento de docentes bilingües del departamento el objetivo fue evaluar la traducción, la redacción, la claridad de la tarea solicitada entre otros. Después de esto se hicieron las correcciones respectivas y se aplicaron en el estudio.

Se identificaron ocho temas:

1. Movimiento de las estrellas en el cielo
2. Fases de la luna
3. Las estaciones
4. Leyes de Kepler
5. Principio de gravitación universal
6. Luminosidad de las Estrellas
7. Efecto Doppler
8. Magnitud y Distancia.

Para cada tema se dispusieron cinco RT donde se resolvieron tareas de diferentes grados de dificultad. Las tareas más elementales consistieron en encontrar soluciones cualitativas a los problemas presentados exigiendo de los estudiantes reflexiones más profundas, confrontando así, la tarea memorística a la que suelen hacer uso como estrategia de aprendizaje procurando con ello el cambio conceptual esperado. Posteriores tareas requirieron soluciones cuantitativas cuyo cálculo se basó en valores dispuestos en tablas o diagramas.

La variación en la presentación de la tarea problema, obliga a los estudiantes a apropiarse del concepto a través de diferentes vías, facilitando con ello el desarrollo de la comprensión de una manera más integral. En algunos casos además de las tareas de carácter cualitativo y de cálculo, se ha solicitado al estudiante la exposición de los motivos que lo obligaron a tomar las decisiones en la resolución del problema con ello, se asegura la apropiación de la ley física en juego y como esta puede ser aplicada en la predicción del resultado.

Metodología

El grupo de estudio lo conformaban 26 estudiantes del curso general y optativo de Introducción a la Astronomía. Estos constituyen una muestra representativa de la población de estudiantes universitarios que cursaron la asignatura en el periodo que se realizó el estudio compuesta por alumnos de tres secciones

activas con una población total de 80 estudiantes(es decir el 33% de la población estudiantil).

Esta población se caracteriza por:

- Diversidad de género
- Diversidad de edad
- Diversidad de estudios previos
- Diversidad de intereses profesionales

La selección de esta muestra se basó en el formato de muestreo no probabilístico intencionado, siendo los criterios y juicios de valor considerados los siguientes:

1. El profesor tiene que tener conocimientos y disposición de uso de la aplicación de RT y conocimientos especializados de astronomía.
2. Conocimiento y experiencia del docente en conducción de investigaciones bajo el formato de investigación-acción.

Se estructuró una prueba diagnóstica con 28 preguntas de selección múltiple las que cubrían los temas tratados en el estudio, dicha prueba se aplicó a todos los estudiantes el primer día de clases. Estas mismas preguntas se utilizaron en las evaluaciones posteriores a la instrucción tradicional, también sirvieron para formar las evaluaciones de salida (con sutiles variaciones) después de haber introducido las RT en el aula.

La instrucción tradicional se entiende para propósitos de este estudio constituida por clase magistral acompañada de demostraciones apoyada en multimedios además de lecturas en casa y experiencias situadas en el observatorio astronómico.

Después de haber tomado la evaluación de salida se incorporan las RT y se forman grupos de tres y cuatro estudiantes, grupos formados por afinidad y que permanecieron juntos hasta el final del estudio.

La actividad con las RT llevó en promedio 20 minutos al final de los cuales se aplicó la evaluación de salida respectiva (evaluación post Ranking Task).

En los anexos de este documento se adjuntan un ejemplo de los instrumentos (RT) utilizados.

Resultados

Se midió la comprensión del estudiante en los temas abordados en el presente estudio antes y después de la instrucción tradicional y luego de incorporar la herramienta RT.

De acuerdo a la experiencia tenida en cursos anteriores de introducción de astronomía, se esperaba que la ganancia obtenida con la instrucción tradicional no fuese muy grande. Se observó que la puntuación fue en promedio del 23% de aciertos antes de la instrucción, llegando a una media del 29% de respuestas correctas después de la instrucción tradicional, en cada uno de los temas abordados en el estudio. En la tabla siguiente se muestran estos resultados así como también los obtenidos después de RT

No.	Tema	Promedios en los aciertos		
		Evaluación Diagnóstica	Instrucción Tradicional	Instrucción con RT
1	Movimiento del Cielo	19	35	42
2	Fases de la Luna	19	23	35
3	Estaciones	42	46	50
4	Leyes de Kepler	19	23	38
5	Gravitación	19	27	31
6	Magnitud y Distancia	12	19	23
7	Luminosidad de Estrellas	35	38	50
8	Efecto Doppler	15	23	31
	Promedio	23	29	38

Tabla 1: resultados promedios de aciertos en evaluaciones de entrada - salida en ocho temas principales del curso de introducción a la astronomía

El comportamiento experimentado en cada uno de los temas puede notarse mucho mejor haciendo uso del siguiente gráfico:

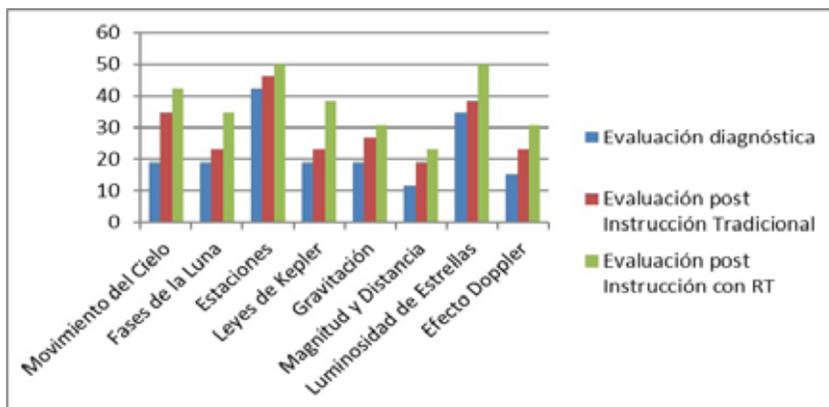


Gráfico 1: resultados promedios de aciertos en las evaluaciones de entrada-salida en ocho temas Principales de Introducción a la Astronomía optativa.

Los resultados anteriores muestran el aspecto cuantitativo del estudio, otra parte que se tomó en cuenta fue el grado de aceptación de los estudiantes a trabajar con la herramienta, el 82% de los estudiantes consultados consideran el RT como una herramienta importante para su aprendizaje ya que les permite aclarar puntos relacionados con la teoría que no les quedaron suficientemente claros con la exposición del profesor. Otro aspecto que valoraron mucho fue la estrategia de trabajo en equipo ya que cerca del 90% de ellos considera que esta estrategia de enseñanza es más “dinámica” y les permite relacionarse con sus otros compañeros y le ayuda a mantenerse atentos a las explicaciones del profesor. Aun así, hubo aspectos valorados negativamente siendo el más importante el tiempo que lleva el realizar una experiencia con RT en el aula ya que según los estudiantes (cerca del 80%) la hora clase es muy corta para realizar la experiencia y por último, un pequeño porcentaje (9%) preferiría realizar otro tipo de actividad en el aula.

Discusión

Los resultados que se muestran aquí son muy conservadores aún si se comparan, con los resultados obtenidos en investigaciones sobre las ganancias de conocimientos hechos en estudiantes de Introducción a la Astronomía después de la instrucción tradicional (Prather, Slater, & Adams, 2004). Si bien dichos estudios

se han realizado en el extranjero, el análisis minucioso de dichos trabajos revela semejanzas en cuanto a la temática abordada, el estudiante objeto de estudio y las características de enseñanza aprendizaje tradicional abordadas en el curso de Introducción a la Astronomía de la UNAH.

Ahora bien, el objetivo general de este estudio es explorar el comportamiento de los estudiantes ante una nueva estrategia de enseñanza aprendizaje como lo es el Ranking Task, aspectos como la ganancia en conocimientos, la interacción entre pares, la elección del momento propicio, entre otros son elementos importantes a considerar si se está pensando en incorporar este recurso. Se ha evaluado los dos primeros elementos obteniéndose los resultados que previamente se han mostrado. Habría que esperar que la introducción del RT redundara en una mejora en la ganancia de conocimientos que resulto cierto (38%)

Puede observarse de la tabla 1 y gráfico 1 anteriores que después de la incorporación del RT como recurso de enseñanza aprendizaje tuvo lugar un aumento en el porcentaje de aciertos logrados por los estudiantes en cada uno de los ocho temas que forman parte del estudio. Si bien los resultados son conservadores, quince puntos si se considera la relación entre evaluación diagnóstica y la evaluación después de incorporar RT y de seis entre la evaluación diagnóstica y la evaluación post instrucción tradicional, tómesese en cuenta que el trabajo desarrollado colaborativamente entre los estudiantes en una cuantas horas (trabajando con RT) fue significativamente más importante que la instrucción tradicional de hecho, la diferencia en la ganancia en conocimientos entre una y otra fue muy similar, llegando a ser incluso mayor para RT (9 puntos) como se muestra en la tabla. Para comprender mejor lo que se quiere decir con esto, piénsese que la ganancia obtenida a través de la instrucción tradicional ha sido posible después de toda una serie de estrategias y recursos preparados para tal fin (clases magistrales, recursos multimedia lectura en casa, etc) en comparación con el trabajo colaborativo de los estudiantes.

Los resultados aquí encontrados si bien muestran que después de la aplicación de RT hay una mejora en la comprensión de los temas estudiados, debe tenerse en cuenta entre otras cosas, el estudiante objeto de estudio así como la naturaleza intrínseca del curso de Introducción a la Astronomía Optativa para llegar a tener análisis más completo. En este sentido, la aplicación de esta herramienta en un curso de especialidad y con estudiantes de carrera podría arrojar resultados diferentes que los obtenidos con estudiantes, de primero y segundo año, de diversas carreras e intereses, de un curso optativo general como lo es el espacio pedagógico de Introducción a la Astronomía optativa. Elementos que representan

una limitante en cuanto al desarrollo y comprensión de contenidos por parte de estudiantes que se matriculan en el curso.

Conclusiones

La incorporación de una herramienta como Ranking Task, redundante en una ganancia en conocimientos de los estudiantes y es una estrategia de aprendizaje colaborativa que es bien recibida por los estudiantes. Al ser una herramienta de desarrollo y evaluación de conceptos puede incorporarse en cualquier fase del proceso de enseñanza aprendizaje deberá, estudiarse el momento propicio y la planificación adecuada en cuanto al número de ítems y duración de la actividad.

Al no ser Introducción a la Astronomía optativa, un curso de formación específica (especializada, de formación profesional) y debido a que muchos de los estudiantes matriculados no tienen formación en el área fisicomatemática, se debe incorporar estrategias de enseñanza aprendizaje que contribuyan a la formación general y al desarrollo de competencias en el análisis de documentos científicos más que desarrollar competencias en el manejo de operadores matemáticos para el modelado de fenómenos astronómicos; la herramienta RT se convierte así una buena alternativa para ser incorporada en el portafolio de recursos del profesor de Introducción a la Astronomía optativa.

Agradecimientos

El autor del presente artículo agradece al departamento de astronomía y astrofísica por su apoyo en el desarrollo del estudio.

A los docentes del departamento de astronomía y astrofísica que participaron en la validación de los instrumentos para la investigación.

A los estudiantes de Introducción a la Astronomía Optativa, objeto del presente estudio.

Bibliografía

- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive Psychology and its implications*. 3th ed. N. Y: Freeman.

- Bonwell, C., & Eison, J. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, DC: ASHE.: ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1
-
- Brissenden, G., Slater, T. F., & Mathieu, R. D. (2002). The Role of Assessment in the Development of the College Introductory Astronomy Course. *Astronomy Education Review* , 1(1), 1.
- Cobb, P., & Bowers, J. (1999). Cognitive and Situate learning perspectives in theory and practice. *Educational Researcher*, 28(2), 4 - 15.
- Grayson, D. (2004). Concept substitution: A teaching strategy for helping students disentangle related physics concepts. *American Journal of Physics* , 72(8), 1126-1133.
- Maloney, D. P. (1987). Ranking tasks: A new type of test item. . *Journal of College*, 16(6), 510.
- Maloney, D. P., & Friedel, A. W. (1996). Ranking tasks revisited. *Journal of College*. *Journal of College*, 25, 205-210.
- Prather, E. E., Slater, T. F., & Adams, J. (2004). The use and effectiveness of lecture:Tutorials in introductory astronomy courses. *Astronomy Education Review*.
- Prather, E., Slater, T., & Adams, J. (2004). The use and effectiveness of lecture:Tutorials in introductory astronomy courses. *Astronomy Education Review*., 3(1), 122.
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del Aprendizaje: una perspectiva educativa. Sexta edición*. México D.F., México: Pearson.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Education Research*, 15(2), 4-14.
- Slavin, R. E. (1988). *Educational psychology: Theory into practice*. . Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.

- Stein, N., & Trabasso, T. (1982). What's in a story? An approach to comprehension and instruction. *Advances in instructional psychology*, (pp. 213–267) (Vol.2).

Glosario

Aprendizaje Colaborativo

El aprendizaje colaborativo es "...un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo."(Johnson y Johnson, 1998). Se desarrolla a través de un proceso gradual en el que cada miembro y todos se sienten mutuamente comprometidos con el aprendizaje de los demás generando una interdependencia positiva que no implique competencia.

El Aprendizaje Colaborativo se adquiere a través del empleo de métodos de trabajo grupal caracterizado por la interacción y el aporte de todos en la construcción del conocimiento.

Constructivismo

- Los individuos aprenden mejor cuando construyen activamente el conocimiento y la comprensión.
- Enfatizan los contextos sociales del aprendizaje y afirman que el conocimiento es tanto edificado como construido.

Muestreo No Probabilístico

En este tipo de muestras, también llamadas muestras dirigidas o intencionales, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (acceso o disponibilidad, conveniencia, etc).

Es más conveniente usar un muestreo no probabilístico, por ejemplo cuando vamos a hacer estudios de casos, de poblaciones heterogéneas, o en estudios que son dirigidos a poblaciones y grupos muy específicos donde interesa una cuidadosa y controlada selección de sujetos con determinadas características.

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Descripción de la infraestructura cultural y recreativa en la ciudad del Distrito Central de Honduras

Celina Michelle Sosa Caballero

Resumen

Para poder realizar el estudio Distribución de los Espacios Públicos en el Distrito Central de Honduras, para el Análisis del Equilibrio Territorial de la Oferta Cultural y Recreativa de la Ciudad. En un primer momento se realizó un proceso de levantamiento de datos sobre los distintos tipos de infraestructura cultural y recreativa, cuyo resultado se presenta en la “Descripción de la Infraestructura Cultural y Recreativa en la Ciudad del Distrito Central de Honduras”.

Metodológicamente, a partir de la literatura revisada se identificaron las categorías de clasificación de la infraestructura de espacios públicos de la ciudad del Distrito Central, consultando diferentes fuentes de información se generó una base de datos con un total de 365 registros clasificados en 13 categorías y se elaboraron 8 mapas, con los cuales se describen el tipo de infraestructura registrada.

A partir de la Descripción de la Infraestructura Cultural y Recreativa en la Ciudad del Distrito Central de Honduras, se concluye que la mayor parte de las instalaciones son deportivas y poca dotación de instalaciones culturales, además las tendencias de ubicación de instalaciones deportivas se distribuyen por toda el área urbana mientras que las instalaciones culturales se concentran en torno al centro histórico de la ciudad

Palabras clave: Distribución Espacial, Espacios Públicos, Infraestructura cultural, Infraestructura Recreativa.

Abstract

To make the study Distribution of Public Spaces in the Central District of Honduras, for the Analysis of Territorial Balance of the Cultural and Recreational Offer of the City. Initially was done the process of collection of data on the different types of infrastructure which is presented in the Description of Cultural and Recreational Infrastructure in the city of Distrito Central of Honduras.

To make this objective, methodologically: from the literature reviewed was identification the classification categories of the infrastructure of public spaces in the city of Distrito Central; consulting different information sources, it was generate a database with the classification of the infrastructure with a total of 365 files and 13 categories, and 8 maps which describes the type of infrastructure recorded.

From the description of the cultural and recreational infrastructure in the city of Distrito Central of Honduras concludes that most of the facilities are sports and little provision of cultural facilities, as well as trends in location of sports facilities are distributed throughout the urban area while cultural facilities are concentrated around the historic city center

Keywords: Spatial Distribution, Public Spaces, Cultural infrastructure, Recreational Infrastructure.

Celina Michelle Sosa Caballero Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Introducción

Con la Descripción de la Infraestructura Cultural y Recreativa en la Ciudad del Distrito Central de Honduras, se busca identificar la localización y tipo de infraestructura cultural y recreativa de la ciudad.

En la Agenda 21 Cultural (aprobada en mayo del 2004 por ciudades y gobiernos locales de todo el mundo), en el tema de cultura, sostenibilidad y territorio se define los espacios públicos como: “espacios de cultura”. Así mismo, en la Agenda de Ordenamiento Territorial del Concejo Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos –CCVAH- (2010), entre los principios, se contempla la calidad del espacio público: “los espacios públicos son elementos esenciales para la vida, dinamismo, identidad y cultura de un asentamiento humano, razón por lo que estos deben ser diseñados y ubicados de forma que respondan a estas funciones. Deben articularse funcionalmente con la vivienda entre otros espacios, integrándose de tal forma que no se conviertan en lugares propicios para afectar la seguridad ciudadana” (CCVAH, 2010. pág. 16).

Partiendo de los principios de que “la diversidad cultural es tan necesaria para la humanidad como la biodiversidad para la naturaleza; la diversidad de las expresiones culturales comporta riqueza y la importancia de un ecosistema cultural amplio, con diversidad de orígenes, agentes, contenidos y diálogo, convivencia e interculturalidad como principios básicos de la dinámica de relaciones ciudadanas” (Ciudades y Gobiernos Locales Unidos, 2004. Pág. 5), contar con un análisis del equipamiento de la oferta cultural y recreativa del Distrito Central es un paso importante para mejorar las condiciones de habitabilidad urbana para el desarrollo personal de los ciudadanos.

En la literatura revisada se han identificado varias definiciones sobre espacios públicos, la más general de ellas los define como: “los espacios públicos son bienes colectivos que pertenecen a todos los ciudadanos. Ningún individuo o grupo puede verse privado de su libre utilización, dentro del respeto a las normas adoptadas en cada ciudad” (Ciudades y Gobiernos Locales Unidos, 2004. Pág. 9), de la que se destaca el principio de bien público de estos espacios.

Metodología

A partir de la literatura revisada, se identificaron las categorías de clasificación de la infraestructura de espacios públicos de la ciudad del Distrito Central; las fuentes consultadas son: Sistema Nacional de Cultura, Informe Honduras, de

la Organización de Estados Iberoamericanos; un croquis, Mapa de Tegucigalpa sitios de interés del Instituto Hondureños de Turismo (sin fecha, ni escala); Informe de Actividades 2010, Presupuesto y Plan de Trabajo – 2011 del Departamento de Deportes del AMDC; Google Earth; Google Mapas y visitas de campo.

Con la información obtenida en estas fuentes se creó la base de datos que contiene 13 categorías y un total de 365 registros. Esta base de datos contiene los datos geoespaciales, representando los puntos de las coordenadas X, Y de cada una las infraestructuras identificadas.

Por medio de software especializado en sistemas de información geográfica se hizo la localización de la infraestructura cultural y recreativa de la Ciudad.

Resultados

Los resultados encontrados se han analizado en dos categorías, la primera, característica y distribución de los espacios públicos, donde se identifican el tipo de instalaciones de la infraestructura de espacios públicos y la segunda, la localización espacial de esta infraestructura.

Características y distribución espacial de los espacios públicos de la ciudad del Distrito Central de Honduras

Tipos de Instalaciones de la Infraestructura de Espacios Públicos

Los tipos de instalaciones de infraestructura de espacios públicos identificados en el Distrito Central son un total de 365 instalaciones, donde el 31.51% corresponde a canchas de baloncesto, el 22.74% corresponde a canchas de fútbol de colonia o barrio, el 17.26% corresponde a canchas de futbolito privadas, las instalaciones con valores relativos más bajos corresponden a canchas de béisbol, complejos deportivos, estadios y teatros (ver tabla 1).

Tipo de Infraestructura	Absoluto	Relativo
Bibliotecas	15	4.11
Canchas de Fútbol de Colonia o Barrio	83	22.74
Canchas de Fútbol Privadas	63	17.26
Canchas de Béisbol	2	0.55
Canchas de Baloncesto	115	31.51
Canchas Privadas	22	6.03
Cines	7	1.92
Complejos Deportivos	3	0.82
Estadios	3	0.82
Museos	13	3.56
Parques	31	8.49
Áreas Protegidas	3	0.82
Teatros	5	1.37
Total	365	100.00

Fuente: Elaboración Propia de Base de datos Marzo – Agosto 2013

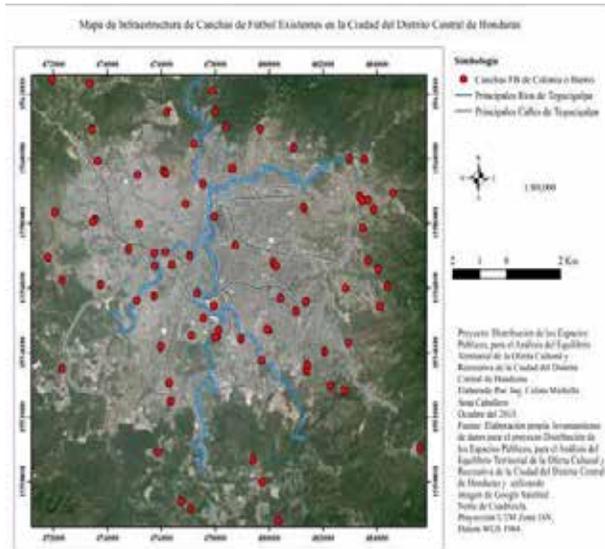
Tabla 1: Instalaciones del Equipamiento de la Oferta Cultural y Recreativa de la Ciudad del Distrito Central de Honduras

Localización espacial de la infraestructura de espacios públicos de la ciudad del Distrito Central de Honduras

Se ha elaborado 8 mapas para representar la infraestructura según categorías, las cuales son: cancha de fútbol de colonias o barrios; canchas de fútbol privado; canchas de baloncesto; canchas de béisbol, complejos deportivos, estadios; museos, cines, teatros, bibliotecas; canchas privadas y, parques y áreas protegidas.

Cancha de Fútbol de Colonias o Barrios

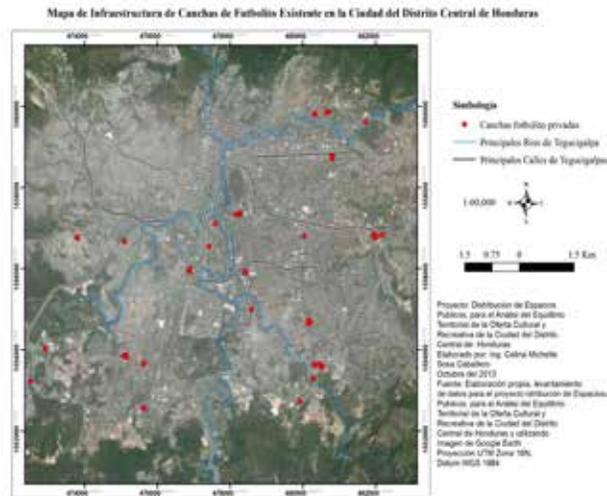
La categoría de cancha de fútbol de barrio o colonia, son las que se encuentran localizadas en las diferentes colonias o barrios de la ciudad, generalmente estas canchas son de tierra, señaladas con cal o aserrín, cuyo mantenimiento está bajo la responsabilidad del patronato del barrio y las ligas, en éstas se juegan los campeonatos entre los equipos de barrios y colonias. Las 83 canchas se encuentran dispersas por toda el área urbana (ver mapa 1).



Mapa1. Infraestructura de Canchas de Fútbol Existentes en la Ciudad del Distrito Central

Canchas de Futbolito Privadas

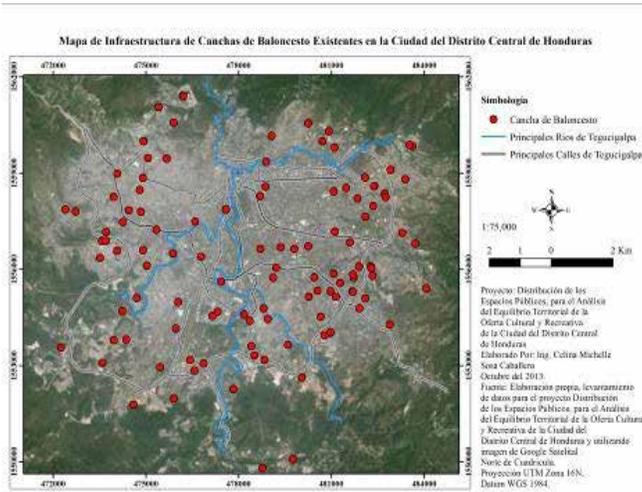
En estas canchas, los equipos que desean jugar futbol, alquilan las instalaciones por un determinado valor (entre 300 a 2000 Lempiras). Las 63 canchas se encuentran distribuidas por toda el área urbana (Ver Mapa 2).



Mapa 2. Infraestructura de Canchas de Fútbolito Existentes en la Ciudad del Distrito Central

Canchas de Baloncesto

Estas se localizan en las colonias y barrios de la ciudad. Las 115 canchas se encuentran dispersas en el área urbana de la ciudad (Ver Mapa 3).



Mapa 3. Infraestructura de Baloncesto Existente en la Ciudad del Distrito Central de Honduras.

Infraestructura Deportiva

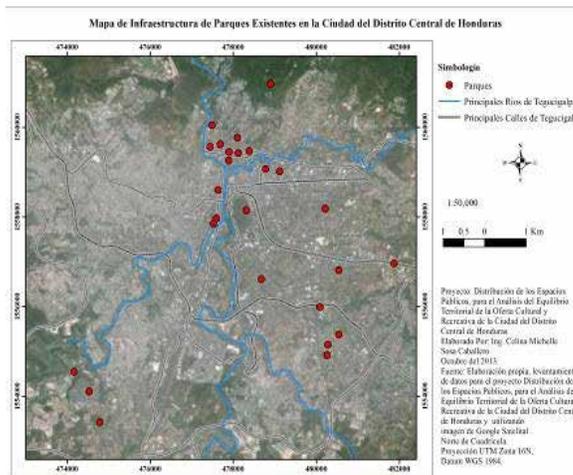
En ésta se han agrupado, los estadios (3), canchas de béisbol (2) y complejos deportivos (3). Los estadios son las instalaciones que cumplen con las normas establecida por la FIFA para jugar al fútbol profesional y los complejos deportivos como La Villa Olímpica y El Palacio Universitario de las Ciencias de la Cultura Física, cuentan con todas las disciplinas de juegos olímpicos para Centro América y el Nacional de Ingenieros, solo con el baloncesto y el Voleibol (ver Mapa 4).



Mapa 5. Infraestructura Cultural Existente en la Ciudad del Distrito Central de Honduras

Canchas Privadas

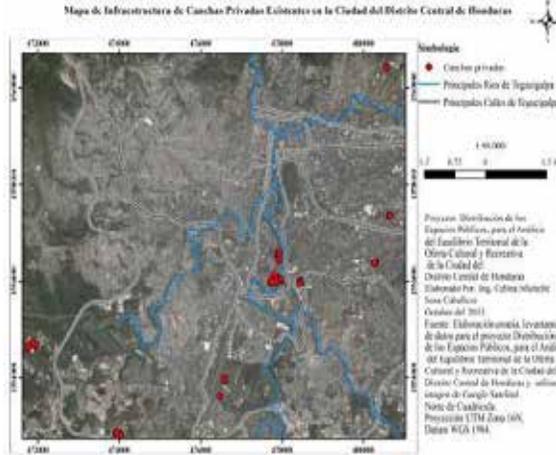
Las canchas privadas son las de baloncesto, béisbol y fútbol que se encuentran en los clubs privados y colegios profesionales. Las 22 canchas se encuentran dispersas por la ciudad (ver mapa 6).



Mapa 6. Infraestructura de Canchas Privadas Existentes en la Ciudad del Distrito Central de Honduras

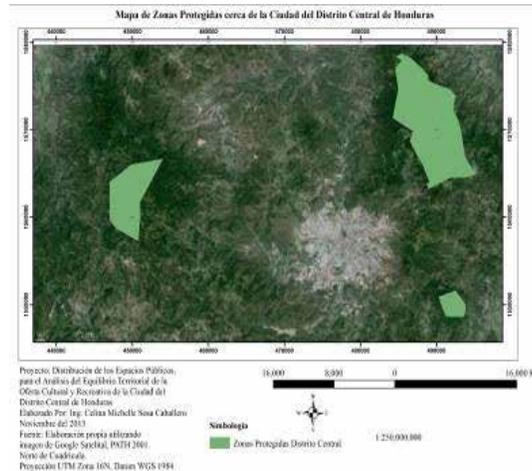
Parques y Áreas Protegidas

Las instalaciones de los parques son las áreas de recreación al aire libre, la mayoría se encuentran localizados en el centro de la ciudad, a excepción de unos pocos que están ubicados en las colonias. Siendo éste, uno de los principales déficit de la ciudad (ver mapa 7).



Mapa 7. Infraestructura de Parques Existentes en la Ciudad del Distrito Central de Honduras

Las áreas protegidas son declaradas por el Congreso Nacional, la Tigra y Yerba Buena son protegidas como fuente productoras de agua y El Uyuca como una reserva biológica (ver mapa 8).



Mapa 8. Zonas Protegidas Cerca de la Ciudad del Distrito Central de Honduras

Discusión

De la primera aproximación a las características y distribución espacial de los espacios públicos, de la ciudad del Distrito Central de Honduras, se observa que la mayor parte de las instalaciones corresponden a las de tipo deportiva, donde las de baloncesto y fútbol son mayoría, siendo relevante el dato de la poca dotación de instalaciones de tipo cultural como museos, teatros y parques al aire libre.

Como tendencia general, las instalaciones de baloncesto, fútbol de barrio y las de futbolito, están distribuidas en toda la ciudad y las instalaciones de tipo cultural están concentradas en torno al Centro de la ciudad.

Conclusiones

En la literatura revisada se habla de que la oferta debe ser diversa y de múltiples expresiones, no obstante en la ciudad del Distrito Central de Honduras no existe esa diversidad o variedad de oferta, debido a que el mayor número de instalación son de carácter deportivo.

Otra premisa de la literatura es sobre la relación más estrecha entre los espacios públicos y los conjuntos habitacionales; en la ciudad del Distrito Central de Honduras esa relación existe principalmente con las canchas de fútbol de las colonias y barrios, y con las canchas de baloncesto.

En esta primera aproximación a la infraestructura cultural y deportiva del Distrito Central se identifican dos tendencias: una, las instalaciones de la oferta cultural (teatros y museos) y, parques y plazas, se localizan en el centro de la ciudad y sus áreas circundantes; la segunda tendencia observada, es que las instalaciones deportivas están dispersas en toda el área urbanizada.

Bibliografía

- Alcaldía Municipal del Distrito Central Departamento de Deportes; “Informe de Actividades 2010, Presupuesto y Plan de Trabajo – 2011”; Tegucigalpa M. D C; Diciembre de 2010
- AMDC / BID / EGI; Capitulo 6; “Espacios Libres i Equipamiento. Avance Plan Territorial Tegucigalpa”, 2000 – 2015; 2000.

- Borja, Jordi; Muxí, Zaida; “El espacio público, ciudad y ciudadanía”; Barcelona; <http://pensarcontemporaneo.files.wordpress.com/2009/06/el-espacio-publico-ciudad-y-ciudadania-jordi-borja.pdf>; 2000.
- Caballero, Lily; Zelaya Marysabel; “Centros Comerciales un Nuevo Espacio de encuentro: Privatización de los Espacios Público o Áreas de Uso Público en lo Privado”; Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A: Enero – Abril de 2009
- CCVAH; “Agenda de Ordenamiento Territorial del Concejo Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos”, San Salvador, El Salvador; 2010.
- Ciudades y Gobiernos Locales Unidos; “Indicadores Culturales y Agenda 21 de la Cultura”; Barcelona; España; 2006.
- Ciudades y Gobiernos Locales Unidos; “Agenda 21 de la Cultura”; Barcelona; España; 2004.
- Congreso Nacional de Honduras; “Ley Marco del Desarrollo Integral de la Juventud”; Honduras; Tegucigalpa; www.inj.gob.hn/Portal/LEY_MARCO_PARA_EL_DESARROLLO_INTEGRAL_DE_LA_JUVENTUD.pdf; 2006.
- Instituto Nacional de la Juventud; “Política Nacional de Juventud”; Tegucigalpa Honduras; www.inj.gob.hn/Portal/PNJ.pdf; 2001.
- Instituto Hondureño de Turismo; “Mapa Tegucigalpa Sitios de Interés”.
- Organización de Estados Iberoamericanos; Sistema Nacional de Cultura, “Informe Honduras”; <http://www.oei.es/cultura2/honduras/cap7.htm#2>.
- PNUD, Capitulo 8; “Un Nuevo Entorno Formal para la Cultura”; En Informe Sobre Desarrollo Humano- Honduras. La Cultura: medio y fin del desarrollo humano http://hdr.undp.org/es/informes/nacional/americalatinacaribe/honduras/honduras_2003_sp.pdf; 2003.
- PNUD; “Hacia la expansión de la ciudadanía”; Informe sobre Desarrollo Humano-Honduras http://hdr.undp.org/en/reports/national/latinamericathecaribbean/honduras/2006_Honduras_web.pdf; 2006.

- PNUD; “De la Exclusión Social a la Ciudadanía Juvenil”; Informe sobre Desarrollo Humano-Honduras http://hdr.undp.org/es/informes/nacional/americalatinacaribe/honduras/INDH_Honduras_2008-2009.pdf; 2008/2009.
- Secretaria de Cultura Arte y Deporte; “Objetivos Estratégicos”; Honduras; http://www.scad.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=64; 2012.

Determinación del cambio de cobertura agrícola de los municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquín y La Virtud, Departamento de Lempira del 2002 al 2014

Jessica Gabriela Villatoro Escobar

Resumen

El objetivo de este estudio fue Determinar los cambios de cobertura agrícola en los Municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud/ Lempira, en un período del 2002-2014. El área de estudio representa un área de 6767 ha.

La metodología de la investigación se realizó con un enfoque cuantitativo siguiendo los siguientes procesos: se reconocieron los principales cultivos existentes en los Municipios abordados, a través del levantamiento de una línea base con el fin de conocer los cultivos pertenecientes a la cobertura agrícola de los Municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud. Se identificó la cobertura agrícola de año 2014 con la ayuda de programas especializados en SIG WEB (Google earth) calculando posteriormente el área agrícola total identificada. Finalmente se utilizó información de cobertura agrícola de los años 2002 y 2014 para calcular el cambio de cobertura agrícola por medio de la fórmula: *Tasa de cambio*=(área el año actual - área del año anterior)/ (área del año anterior).

De los resultados obtenidos se determinó en el 2002 el área agrícola tomando en cuenta los tres Municipios tenía áreas de 3 Ha hasta 1269 Ha. Y en el 2014 áreas de 14.85 Ha hasta 1128.01 Ha. La sumatoria total de cobertura agrícola en el año 2002 fue de 2499 Ha y en el 2014 de 10845.58 Ha lo que indica un aumento de la cobertura agrícola con una tasa de cambio de 333.99%. Su valor positivo refleja que en 13 años si se dio un cambio de cobertura agrícola probablemente por el aumento de la población.

Se concluye que al comparar el cambio de cobertura agrícola en un período mayor de 13 años evidencia un cambio en la cobertura agrícola a través de un aumento de

esta, siendo esta cobertura en mayor proporción cultivos de maíz, frijoles y pasto utilizados en su mayoría para subsistencia y el pasto para alimento de ganado.

Palabras clave: Cobertura agrícola, tasa de cambio, área, línea base, Municipios

Jessica Gabriela Villatoro Escobar (jessicavillatoro_escobar@yahoo.com) Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Introducción

La actividad económica principal del Sur de Lempira es la agricultura y la ganadería. En los últimos años se observa el crecimiento agrícola así mismo el mejoramiento de los recursos naturales por las prácticas empleadas; sin embargo hay zonas con fragilidad ambiental, debido a que aún cuentan con malas prácticas agrícolas. Es por esto de gran importancia conocer el uso de la tierra y la evolución del espacio mediante un análisis de inspección y registro de la situación actual, necesarios ambos para explicar la razón de dichos cambios y previo al desarrollo de cualquier propuesta para planificación futura de un determinado espacio. (FAO, 2005).

Al respecto, la Organización de Estados Americanos, al plantear la necesidad de los estudios de usos de la tierra, señala que estos levantamientos son normalmente parte de los componentes de las investigaciones integrales para el desarrollo de los recursos, y supone que estos levantamientos proveen una medida de cómo están siendo utilizados los recursos en relación con su potencial de productividad, tal como es determinado por otros estudios, en particular los realizados sobre suelos y de capacidad productiva de la tierra. (Briceño, 2003).

En diversas investigaciones se han estudiado los cambios en el uso de la tierra comprobando que el uso de datos provenientes de sensores remotos y metodologías de análisis como las cadenas de Markov, permiten detectar problemas asociados con el impacto espacial causado por dichos cambios. Igualmente estas técnicas y métodos facilitan la identificación de las tendencias de los cambios y los resultados obtenidos posibilitan la elaboración de diagnósticos antes o durante el desarrollo de los eventos. (Briceño, 2003).

Además los sensores remotos se ha empleado en estudios de cobertura forestal de muchos países como: México, Colombia, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil y otros. En Perú, en el año 1975 a través de imágenes satelitales (Landsat TM) se reportaron 2 millones de hectáreas entre matorrales y chaparrales, sin embargo en el nuevo mapa forestal elaborado en el año de 1995 se reportan un total de casi 9 millones de bosque. (FAO, 2000). Se plantea como objetivo del presente trabajo la determinación del cambio de cobertura agrícola de los Municipios de Belén Gualcho, San Manuel de Colohete y La Virtud. A diferencia de otros estudios, a continuación se muestran resultados empleando cálculos de áreas y tasas de cambio (terminó económico que muestra variaciones en el tiempo), así mismo los cultivos más predominantes de la región. Dichos resultados constituyen información

pertinente para conocer si se han dado cambios entorno a la cobertura agrícola en un período de tiempo del 2002 al 2014.

Metodología

La Zona de estudio conformada por los Municipios: Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud, se encuentra ubicada en la Subcuenca del Río Mocal al Sur del Departamento de Lempira.

Mediante una serie de fases a seguir, se determinó el cambio de la cobertura agrícola de 3 Municipios: Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud, registrando aspectos del fenómeno de interés de tal manera que esos registros fueran cuantificados. Así mismo la observación e identificación agrícola fue importante, acompañada de la recolección y cruces de datos. Por tanto se logró realizar un sondeo sobre tipos de cultivos, así como interpretar visualmente la agricultura además de generar y analizar datos obtenidos de la fórmula que determina la tasa de cambio y que se muestra a continuación:

$$\text{Cambio} = \frac{\text{área del año actual} - \text{área del año anterior} \times 100}{\text{área del año anterior}}$$

A. Población y muestras

El área total del estudio es de 6,767.00 ha. La cual se obtuvo a través del programa especializado de sistemas de información geográfica: ArcGis, que permite calcular el área geográfica de un lugar, en este caso el área total incluye tres Municipios: Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud. Además se generó una línea base de los tipos de cultivo aplicando una encuesta obtenida por medio del total de la población rural del área de estudio y aplicando la fórmula estadística $n = N \cdot S^2 / [(N-1) \cdot B^2 / z^2 + S^2]$ donde:

N= tamaño de la población,

n=tamaño de la muestra,

S= varianza,

B=tamaño del error,

z=nivel de confianza, en este caso se utilizó un nivel de confianza del 90%.

B. Fases desarrolladas

- Verificación en campo
 - Se identificaron los principales cultivos existentes en los Municipios abordados, a través de una línea base con el fin de conocer los cultivos pertenecientes a la cobertura agrícola de los Municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud, Lempira.
- Identificación de cobertura agrícola
 - Con la ayuda del programa SIG (google earth) se identificaron zonas agrícolas de los Municipios de Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud, Lempira en un período del 2002-2014. Posteriormente se realizaron cálculos de áreas de las zonas agrícolas identificadas.
- Estimación de cambio de cobertura agrícola
 - Se calculó el área de las zonas agrícolas ya identificadas para los años 2002-2014 en Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud, utilizando para identificar la cobertura agrícola del año 2014, el Google earth e información en modelo vector, así mismo para el año 2002 información en modelo vector, visualizada con SIG escritorio (ArcGis).
 - Posteriormente se obtuvo cambio de cobertura agrícola empleando la tasa de cambio para períodos del 2002-2014 con la fórmula:

$$\text{Cambio} = \frac{\text{área del año actual} - \text{área del año anterior} \times 100}{\text{área del año anterior}}$$

- Análisis de Resultados
 - Los resultados fueron tratados a través de programas especializados en Sistemas de Información Geográfica y SIG cliente web (google earth), utilizando una escala grande para tener mayor detalle y la cual se puede observar en los mapas elaborados. Dichos mapas fueron interpretados para su representación de cartografía digital y finalmente para un análisis.

Resultados y Discusión

- Verificación de Campo

A través de una línea base obtenida de 120 encuestas aplicadas en los Municipios de San Marcos de Caiquin, Belén Gualcho y La Virtud se obtuvieron los siguientes resultados:

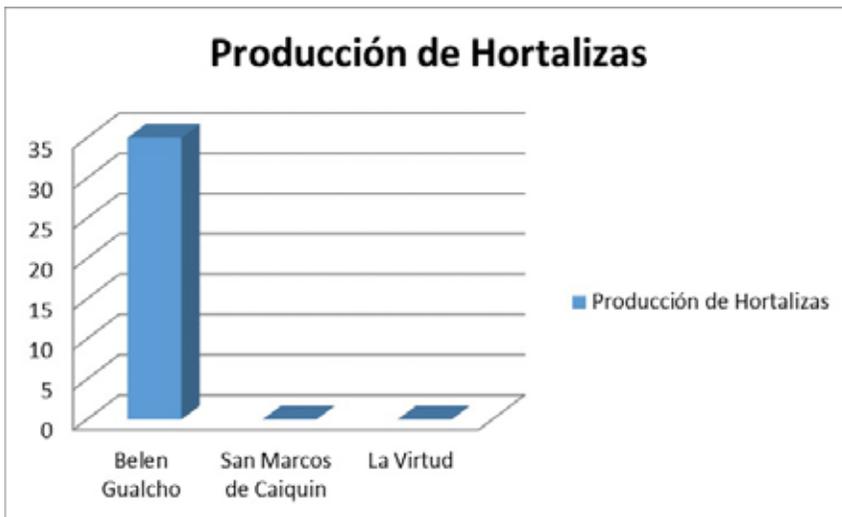


Figura 1. Se observa que el mayor productor de hortalizas a nivel de Municipios es Belén Gualcho, es así que San Marcos de Caiquin y La Virtud no producen hortalizas como tomates, pepinos, lechuga etc.

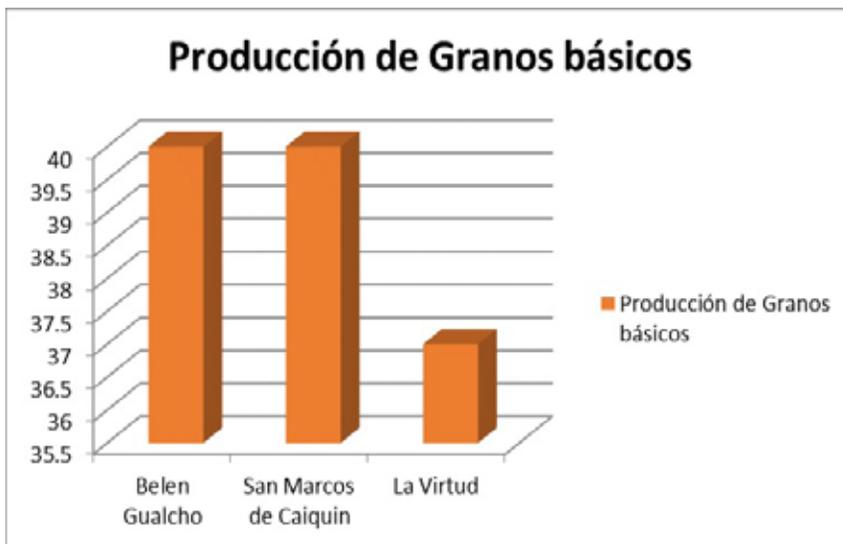


Figura 2. Podemos Observar que la mayoría o el total de productores de los Municipios de estudio producen granos básicos (maíz, frijol y maicillo).

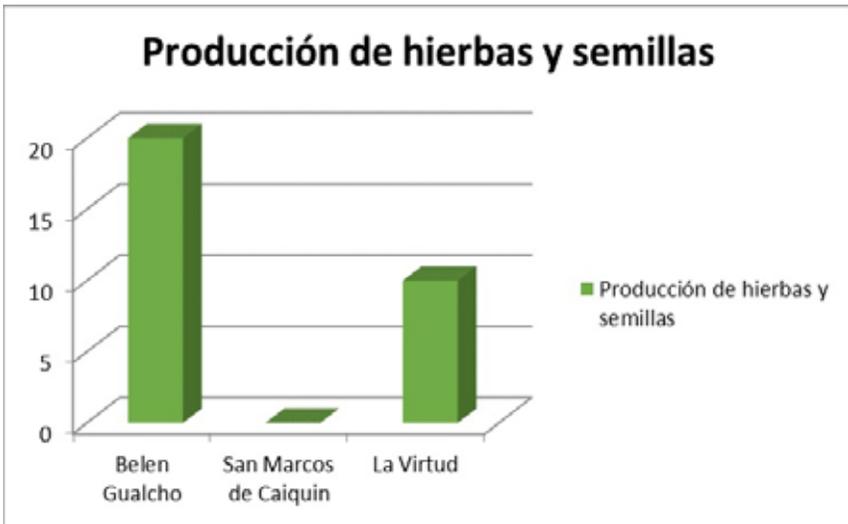


Figura 3. Belén Gualcho produce hierbas y semillas como: manzanilla, ajonjolí y chan, en cambio San Marcos de Caiquín no produce hierbas ni semillas.

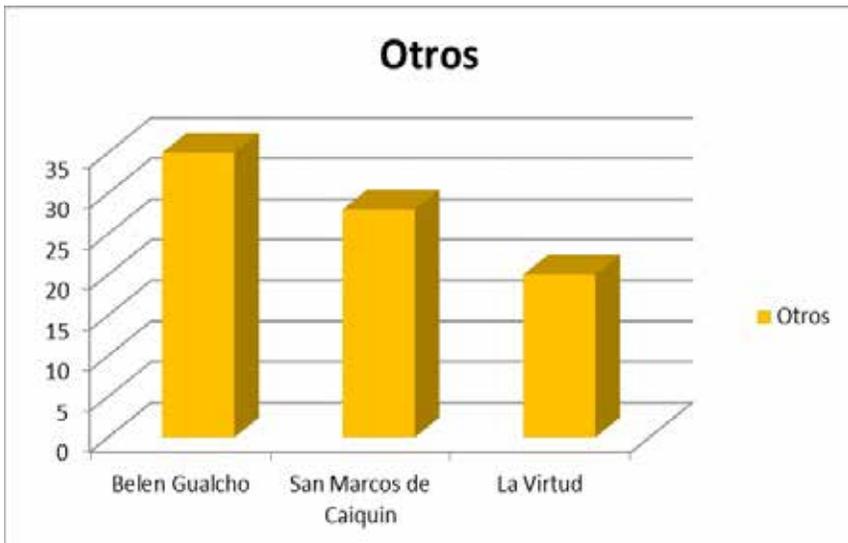


Figura 4. Todos los Municipios del estudio producen frutales (mango, naranjas, lima, limones), tubérculos (papá, yuca, malanga), arbustos.

• Identificación de Cobertura Agrícola

Utilizando Google earth se identificaron las parcelas agrícolas del Municipio de San Marcos de Caiquin a través de observación y delimitación de polígonos, en tal sentido, logro trabajarse con el año 2014, apreciándose de forma más clara las parcelas de cultivos.



Figura 5. Muestra la imagen del 2014 donde se fueron identificando las parcelas agrícolas de San Marcos de Caiquin.

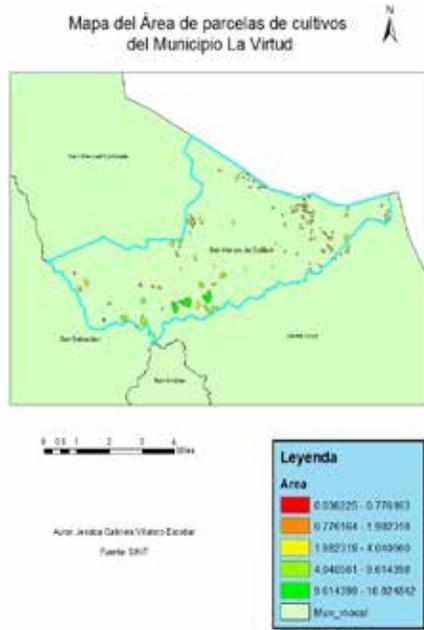


Figura 6. El color amarillo claro indica las áreas de cultivo correspondiente a un área entre 1.9 a 4 Ha y las verdes indican áreas que van de 9.6 a 16.8 Ha..

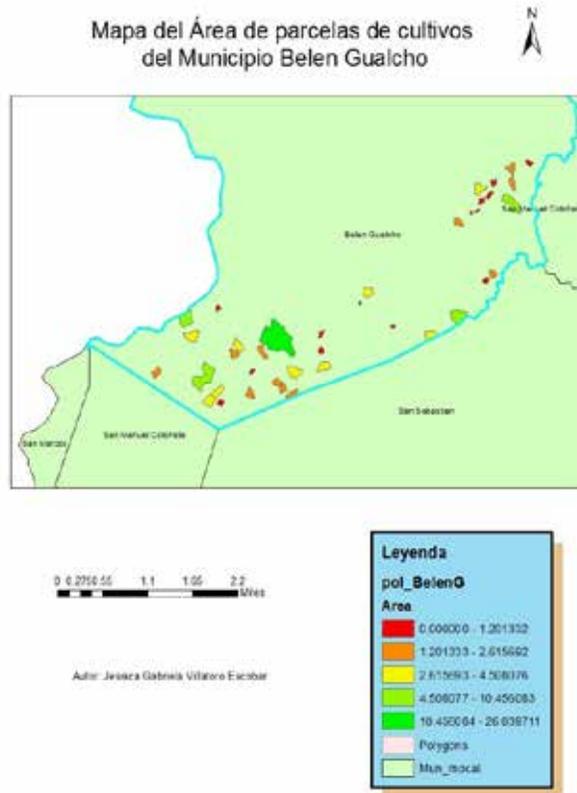


Figura 7. En el mapa de Belén Gualcho se observa que las mayores áreas de cultivo se reflejan en color verde con 4.5 a 26.03 Ha. En rojo y anaranjado las menores áreas de cultivo.

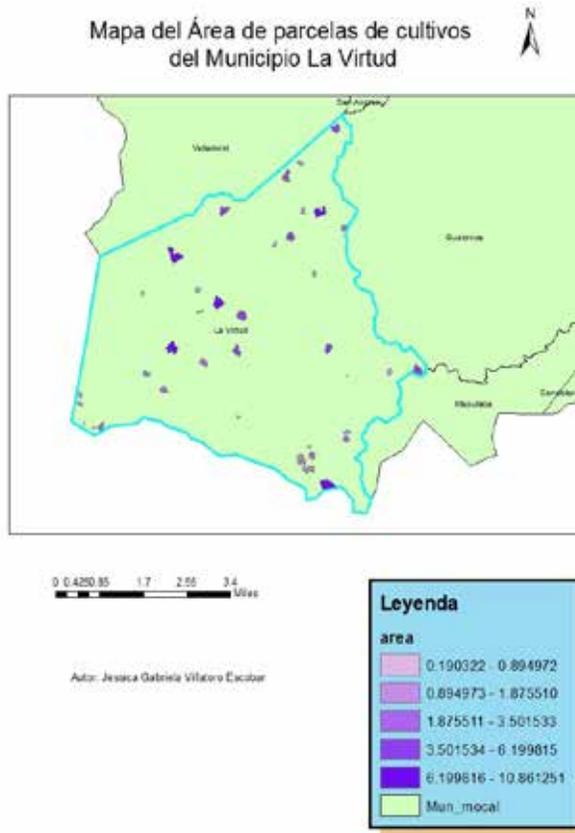


Figura 8. En el Municipio de La Virtud las mayores áreas de cultivos están representadas de 6.19 a 10.8 Ha.

- Cálculo de Cobertura Agrícola

A través del programa Arcgis 10.2 se calculó el área por parcela de cultivo identificada en el 2014, generando además un cuadro estadístico. A continuación se muestran los resultados:

	visibility	Area
▶	-1	1.134843
	-1	2.522993
	-1	2.871185
	-1	2.274257
	-1	0.732063
	-1	3.503145
	-1	2.803605
	-1	0.687497
	-1	0.248818
	-1	0.575508
	-1	0.095931
	-1	2.609584
	-1	1.221101
	-1	0.986255
	-1	0.904605
	-1	0.744655

Figura 9. Aquí se muestra el cálculo del área por parcela de cultivo en el Municipio de San Marcos de Caiquin, en donde la mayor área de cultivo en el Municipio corresponde a 16.8 Ha.

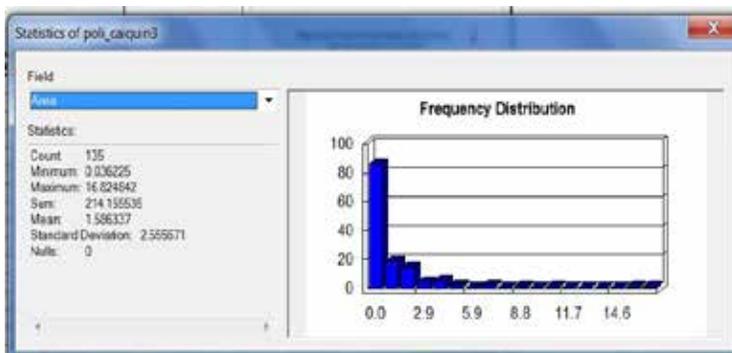


Figura 10. Distribución de frecuencia que indica que la sumatoria total de agricultura

FID	Shape	Name	Area
0	Polygon ZM	BG-014-2	3.326021
1	Polygon ZM	BG-014-1	10.456063
2	Polygon ZM	BG-014-3	4.359403
3	Polygon ZM	BG-014-4	5.619841
4	Polygon ZM	BG-014-5	2.046225
5	Polygon ZM	BG-014-6	0.889993
6	Polygon ZM	BG-014-7	26.039711
7	Polygon ZM	BG-015-8	4.508076
8	Polygon ZM	BG-016-9	2.215419
9	Polygon ZM	BG-017-10	3.063081
10	Polygon ZM	BG-014-11	2.913298
11	Polygon ZM	BG-014-12	3.522492
12	Polygon ZM	BG-014-13	6.812696
13	Polygon ZM	BG-014-14	1.146167
14	Polygon ZM	BG-014-15	1.962887
15	Polygon ZM	BG-014-16	2.075141
16	Polygon ZM	BG-014-17	1.104947
17	Polygon ZM	BG-014-18	3.129992
18	Polygon ZM	BG-014-19	0
19	Polygon ZM	BG-014-20	1.201332

Figura 11. Aquí se muestra el cálculo del área por parcela de cultivo en el Municipio de Belén Gualcho.

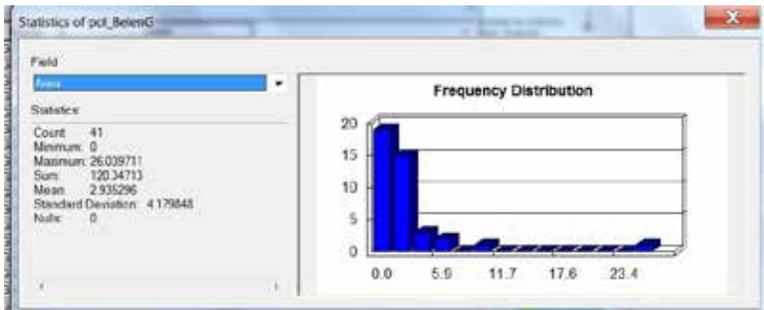


Figura 12. Distribución de frecuencia que indica que la sumatoria total de agricultura identificada correspondiente al Municipio de Belén Gualcho es de 120.34 Ha.

FID	Shape	Name	Descriptio	area
0	Polygon ZM	V-014-46		6.199815
1	Polygon ZM	V-014-45		2.515959
2	Polygon ZM	V-014-25		4.175765
3	Polygon ZM	V-014-26		4.156051
4	Polygon ZM	V-014-22		4.690361
5	Polygon ZM	V-014-19		1.226477
6	Polygon ZM	V-014-18		0.514979
7	Polygon ZM	V-014-17		1.586583
8	Polygon ZM	V-014-16		0.894972
9	Polygon ZM	V-014-15		1.349024
10	Polygon ZM	V-014-14		1.611052
11	Polygon ZM	V-014-13		0.808324
12	Polygon ZM	V-014-12		0.510768
13	Polygon ZM	V-014-11		0.423169
14	Polygon ZM	V-014-10		3.113699
15	Polygon ZM	V-014-20		0.777112
16	Polygon ZM	V-014-9		2.657567
17	Polygon ZM	V-014-8		1.733891
18	Polygon ZM	V-014-7		10.861251
19	Polygon ZM	V-014-6		2.68642

Figura 13. Aquí se muestra el cálculo del área por parcela de cultivo en el Municipio de La Virtud.

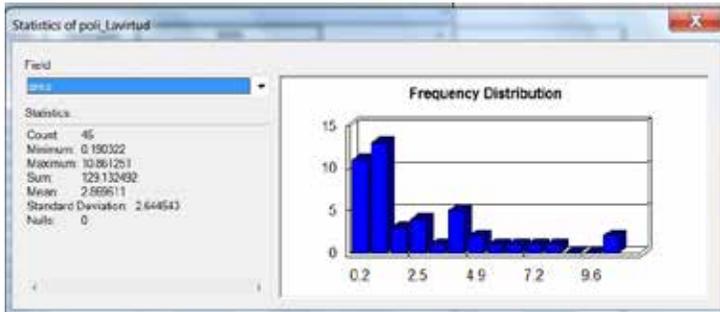


Figura 14. Distribución de frecuencia que indica que la sumatoria total de agricultura identificada correspondiente al Municipio de La Virtud es de 129.13 Ha..

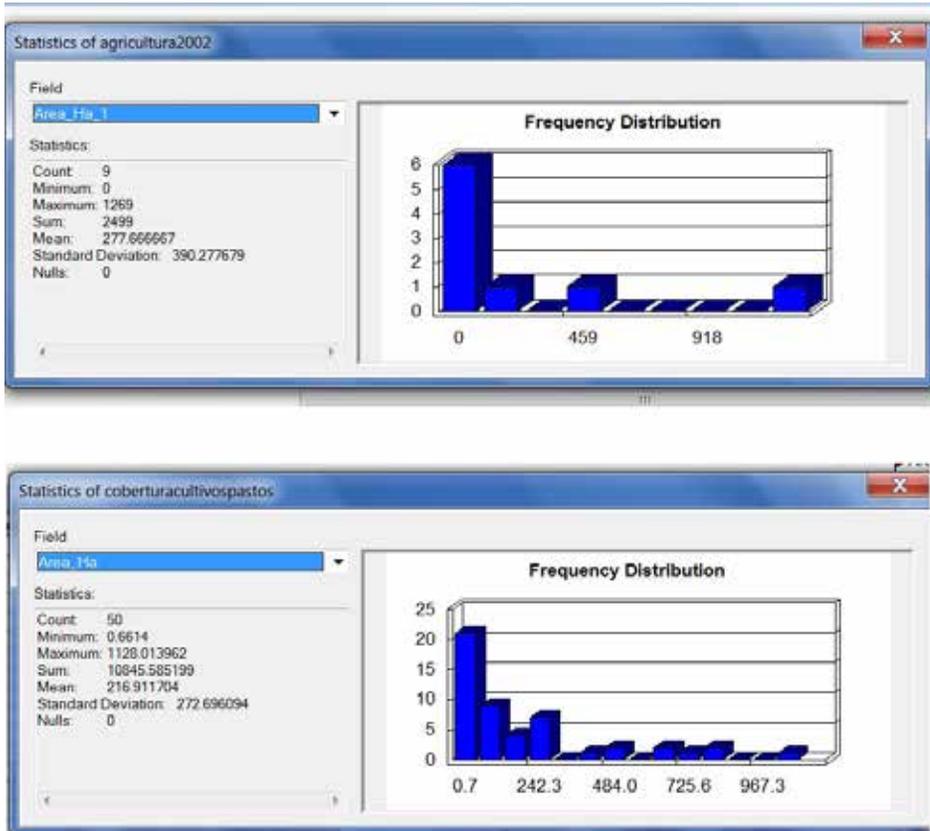


Figura 15. Cuadros estadísticos de cambio de cobertura agrícola

- Tasa de cambio de cobertura agrícola

Aplicando la fórmula:

Cambio de cobertura agrícola = $\frac{\text{actual} - \text{pasada}}{\text{pasada}} * 100$

$$\frac{10845.585199 - 2499}{2499} * 100 = 333.99\%$$

El 333.99% indica el aumento de la cobertura agrícola en un período de 12 años.

- Mapas de Cobertura Agrícola

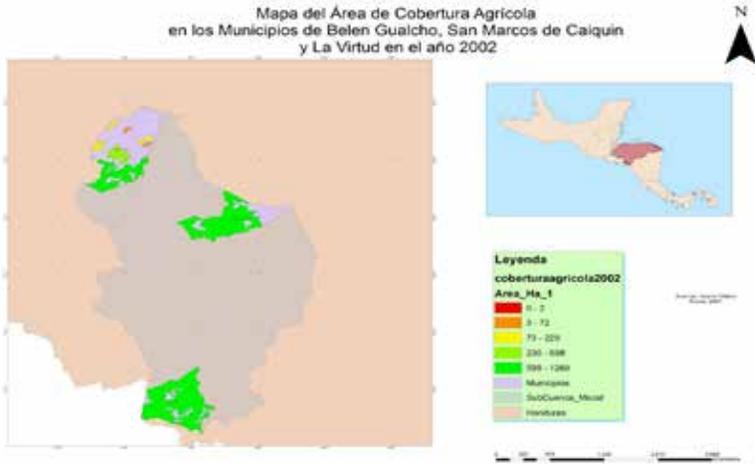


Figura 16. Mapa de cobertura agrícola del año 2002 en donde se muestra que la mayoría de área agrícola en los tres Municipios: Belén Gualcho, San Marcos de Caiquín y La Virtud oscilan con áreas entre 599-1269 Ha.

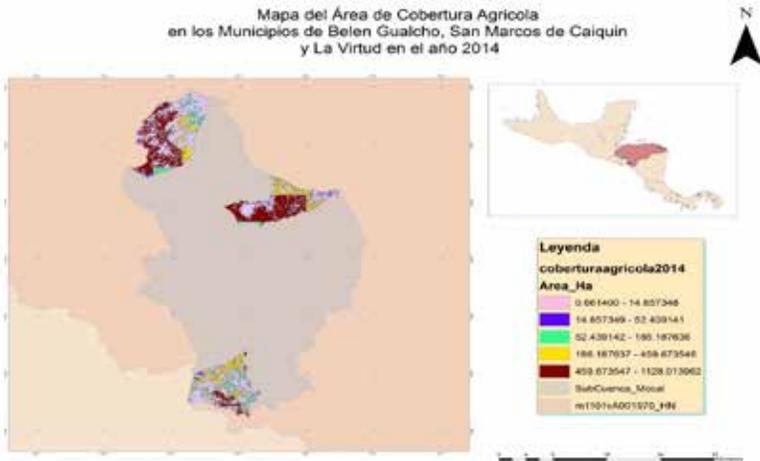


Figura 17. Mapa de cobertura agrícola del año 2014 donde los colores que más predominan en los tres Municipios (Belén Gualcho, San Marcos de Caiquín y La Virtud) son los amarillos y los marrones lo que indica que en la actualidad la cobertura agrícola entendiendo esta como pastos o cultivos, cuenta con áreas grandes de 186.18 a 1128.01 Ha. y La Virtud oscilan con áreas entre 599-1269 Ha.

Discusión

En el área de estudio la mayor producción se da en granos básicos (frijoles y maíz). En San Marcos de Caiquin se reflejaron áreas que van de 9.6 a 16.8 Ha de cobertura agrícola. En Belén Gualcho de 4.5 a 26.03 Ha y en La Virtud de 6.19 a 10.8 Ha.

En el año 2002 la cobertura agrícola total era de 2499 Ha, no obstante con el pasar del tiempo la cobertura agrícola ha ido en aumento por lo que en el 2014 se registró un total de 10845.5 Ha de cobertura agrícola evidencia un incremento en la misma.

Conclusiones

- Al comparar el cambio de cobertura agrícola de los años 2002 al 2014 es claro identificar el aumento de cobertura agrícola en un 333.99% lo cual puede deberse al incremento de la población y por el hecho de que la agricultura es uno de los principales medios de subsistencia en el área rural, siendo los principales cultivos: Maíz y Frijoles.
- El mayor productor de Hortalizas entre los tres Municipios (Belén Gualcho, San Marcos de Caiquin y La Virtud) es Belén Gualcho que se encuentra en la parte alta de la Subcuenca del Río Mocal y que forma la línea divisoria entre Lempira y Ocotepeque.
- La cobertura agrícola está conformada en su mayoría por maíz, frijoles en toda la Subcuenca del Río Mocal, más específicamente en el área de estudio y hortalizas en la parte alta de la Subcuenca del Río Mocal. Además existen coberturas de pastos que son utilizadas para el alimento del ganado.
- Al practicar rotación de cultivos varían las coberturas, dependiendo la época se puede encontrar pasto o granos básicos en el mismo espacio de suelo pero en diferente tiempo.

Recomendaciones

- El alcance del estudio se desarrolló considerando los factores dinero y tiempo, es así que se recomienda en posteriores estudios como una segunda fase de este, realizar una validación de la interpretación en campo.

- Siguiendo la línea de investigación se debe valorar el reemplazo de agricultura por otras coberturas como la urbanización, industria, pastos, plantaciones forestales etc.
- Para la obtención de los resultados del estudio no fue necesario realizar una clasificación, sin embargo, podría considerarse al darle otro sentido a la investigación.

Bibliografía

- Argeñal, F. J. (2010). *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Honduras*. Tegucigalpa: PNUD.
- Benites, J. R., & Alvarez Welchez, L. (1994). *Ordenación Integrada de Recursos Naturales con Énfasis en Suelo, Agua y Nutrientes de Plantas*. Candelaria: FAO.
- Briceño, F. (2003). Cambios de cobertura de la tierra en el valle del río Momboy. *Geoenseñanza*, 100.
- Castillo Altún, O. E., & Caparó Bellido, A. (2013). *Análisis multitemporal del cambio de cobertura y uso de la tierra en la MAPANCE, Honduras en el período 2000-2010*. Occidente, Honduras: Zamorano.
- FAO. (marzo de 2000). *Depositos de Documentos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/007/ad680s/ad680s01.htm#TopOfPage>
- FAO. (16 de abril de 2005). *Depositos de FAO, Departamento de Agricultura*. Obtenido de *Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible*: <http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4236s/j4236s00.HTM>

- FAO. (2005). *El sistema agroforestal Quesungual*. Francisco Morazan: Litografía Lopez.
- FAO. (18 de 3 de 2013). *Página principal de la FAO*. Obtenido de http://www.fao.org/index_es.htm
- FAO, CATIE. (2000). *Bibliografía comentada cambios de la cobertura forestal*. Honduras: FAO.
- Fernandez, Liliana; Navarro, Edgardo; FAO. (2005). *El Sistema Agroforestal Quesungual*. Tegucigalpa: Litografía López.
- Hernandez, J. M., Britos, A. O., & Barchuk, A. H. (2012). Cambios y tendencias de la cobertura/uso de la tierra en zonas áridas: Expansión de la Frontera agrícola en una cuenca del Chaco árido. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 1-21.
- IICA. (2007). *Línea Base del Territorio de Belen Gualcho*. Ocotepeque, Honduras: IICA.
- Indemer. (16 de octubre de 2013). *Investigación de Mercados*. Obtenido de <http://www.colombiamercadeo.com/>
- Nájera, Bojórquez, Lemus, Marcelaño. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. *Biociencias*, 29.
- Santana, O. (2010). Modelagem de Espectros Temporais NDVI-MODIS. *Revista Brasileira de Geografia*, 47-66.

- Tejada, M. J. (18 de agosto de 2013). "HONDURAS SI SE PUEDE" *Asegurar sus alimentos cambiando sus sistemas de producción tradicionales en laderas*. Obtenido de http://mildred-tejada.rds.hn/honduras_si_puede.pdf
- Wulder, M., White, J., Gowa, S., Masek, J., Irons, J., & Herold, M. (2008). Landsat continuity: Issues and opportunities for land cover monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 955-969.

Análisis temporal del contenido de humedad en pasto en un ecosistema de DEHESA mediante imágenes Landsat, y su relación con factores climáticos

José Cáceres, Pilar Martín Isabel,
Javier Salas

Resumen

Según la guía de buenas prácticas del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), las técnicas de teledetección son adecuadas para la estimación de variables biofísicas en la vegetación. En este trabajo se ha utilizado una serie temporal de imágenes Landsat para estimar el contenido de humedad del pasto en una zona de dehesa al NE de la provincia de Cáceres en el período 1985-2010. Se realizaron muestreos de campo de contenido de la humedad de la cubierta (CWC), así como de radiometría, en cuatro parcelas ubicadas dentro de la zona de estudio para la calibración del modelo. Se aplicó un modelo de regresión lineal entre los datos de campo e índices espectrales para la estimación de la variable. El índice NDII5 obtuvo los mejores ajustes para la estimación de CWC ($R^2=0,85$). Los valores promedios de CWC mostraron sensibilidad a los cambios extremos de las series temporales de precipitación y temperatura.

Palabras clave: Landsat; dehesa; índices espectrales; contenido de humedad; variables climáticas

Abstract

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance (IPCC GPG), remote sensing techniques are suitable for estimation of vegetation biophysical variables. In this work we used a Landsat time series to estimate canopy water content (CWC) in a pasture area Northeast of the province of Cáceres, from 1985 to 2010. Field sampling of canopy water content (CWC) were performed, as well as radiometry, in four plots located within the study site for the model calibration. We applied a linear regression model using field data and spectral indices for estimating the variables. NDII5 was the best index for CWC estimation ($R^2=0.85$). The average values of CWC were sensitive to extreme changes in time series of precipitation and temperature.

Keywords: Landsat; grassland; spectral indices; canopy water content; climatic variables

José Cáceres . (josedavid.caceres@gmail.com.) Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). **Pilar Martín Isabel**. Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) **Javier Salas**. Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá (UAH)

Introducción

Las dehesas son sistemas silvopastorales de larga tradición de gestión sostenible en el ámbito mediterráneo, capaces de producir bienes y servicios de calidad de forma eficiente, que, sin embargo, en un entorno de cambio global pueden variar su dinámica y funcionamiento (Roig & Rubio, 2009). La estimación de variables biofísicas de la vegetación en zonas heterogéneas, como las dehesas, utilizando sensores remotos, representa desafíos únicos debido a la presencia de dos estratos de vegetación con un comportamiento muy diferenciado, el pasto y las encinas (Todd, Hoffer, & Milchunas, 1998).

El contenido de humedad en la vegetación juega un papel importante para entender el rol de los ecosistemas terrestres y los cambios que podrían presentar en el futuro, debido a las muchas aplicaciones que esta variable presenta, interesándonos primordialmente el papel que desempeña en la fotosíntesis y la evaporación, que nos ayudan a entender el desarrollo de la biomasa y, por tanto, de los stocks de carbono. Así mismo, la estimación del contenido de humedad resulta también interesante para evaluar el estrés hídrico de la vegetación, y ha sido usado para evaluaciones de sequía y predicciones de incendios (Cheng, Zarco-Tejada, Riaño, Rueda, & Ustin, 2006). Este estudio se basa en el uso de índices espectrales, derivados de imágenes Landsat, para estimar contenido de humedad en una zona de dehesa en el momento de máxima actividad vegetativa, que corresponde con la época de primavera.

Para alcanzar este objetivo general se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la capacidad de las imágenes Landsat para estimar contenido de humedad a partir de índices espectrales calibrados con datos de terreno.
- Elaborar los mapas del comportamiento temporal de la variable en los años de estudio.
- Relacionar los resultados obtenidos con factores climáticos de precipitación y temperatura.

Antecedentes

En la última década, la teledetección ha brindado información esencial sobre la variación espacial y temporal de las cubiertas vegetales. Ha contribuido a la

estimación de importantes variables biofísicas y bioquímicas. Hasta ahora, se han aplicado con éxito enfoques empíricos basados en índices de vegetación que han obtenido un nivel de precisión satisfactorio para estimar importantes parámetros biofísicos de la vegetación.

En este contexto, en el marco del proyecto Biospec se utiliza la teledetección para estimar diversos parámetros biofísicos de la vegetación en una zona de dehesa localizada al Noreste de la provincia de Cáceres. (<http://www.lineas.cchs.csic.es/biospec/>).

Los estudios sobre la estimación del contenido de humedad de la vegetación, tradicionalmente se han realizado a partir de muestreos en campo, que generalmente resultan costosos y conllevan mucho tiempo en realizarse, por lo cual resulta difícil la implementación de esta metodología a una mayor escala espacial y temporal. La teledetección ofrece un enfoque efectivo para la estimación del contenido de humedad (Chen, Huang, & Jackson, 2005; Cheng et al., 2006; Clevers, Kooistra, & Schaepman, 2008, 2010; Jackson et al., 2004). Las técnicas implementadas para este fin varían desde la utilización de satélites de baja resolución espacial como MODIS (Chen et al., 2005; Cheng et al., 2006; Jiang, Li, & Ustin, 2009), de resolución media como Landsat (Jackson et al., 2004), así como también el uso de sensores hiperespectrales (Cheng et al., 2006; Clevers et al., 2010). La utilización de índices que relacionan el infrarrojo cercano (NIR) con el infrarrojo de onda corta (SWIR) son los más empleados para la estimación del contenido de humedad (Chen et al., 2005; Cheng et al., 2006; Clevers et al., 2008; Jackson et al., 2004; Jiang et al., 2009). En este sentido, Clevers et al. (2008) y Cheng et al. (2006) proponen el uso de información hiperespectral para la construcción de índices derivados del infrarrojo cercano, como el *water index* (WI), *el normalized difference water index* (NDWI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI) y *el Shortwave Infrared Water Stress Index* (SIWSI). Jiang et al. (2009) utilizan estos mismos índices para la estimación de CWC a partir de imágenes MODIS.

Área de Estudio

El área de estudio se encuentra localizada en una zona de dehesa situada al NE de la provincia de Cáceres. El área propuesta cubre una extensión de 40.280,18 ha y abarca parte de los municipios de Toril, Serrejón, Majadas, Casatejada, Saucedilla, Almaraz, Belvís de Monroy, Valdehúncar, Millanes, Peraleda de la Mata, Navalmoral de la Mata y Talayuela (Figura 1). La definición del área se realizó

utilizando como base la cartografía generada por el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), identificando y seleccionando la zona correspondiente a la cobertura de dehesa.

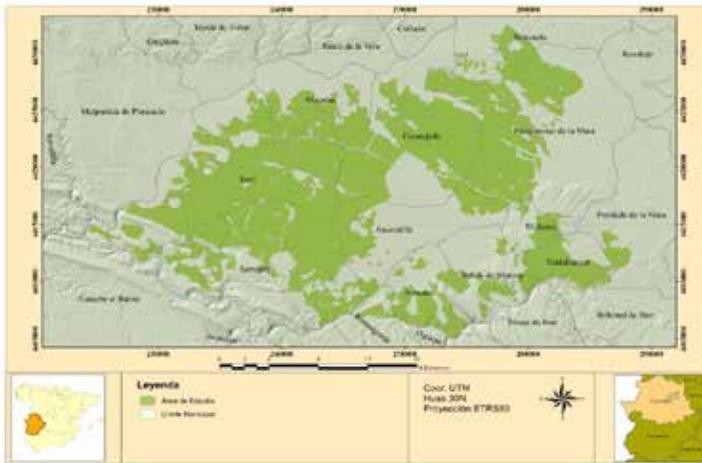


Figura 1. Mapa de Localización del Área de Estudio

El relieve de la zona es poco accidentado, con una altitud media de 258 m. La zona presenta una precipitación promedio anual de 645 mm y una temperatura media anual de 16,8 °C. El tipo de vegetación natural corresponde a las series meso-mediterráneas de *Pyro bourgeanae* - *Querceto rotundifoliae quercetum*, que ha sido transformada en praderas arboladas, incluidas algunas especies arbustivas. El manejo de la tierra se centra en el pastoreo intensivo de vacuno. Predominan los Lixisoles (sustratos no calizos del Mioceno) y la profundidad del suelo es mayor a 80 cm. La densidad de árboles es de aproximadamente 20 árboles por hectárea, con una altura promedio de 8 m y un diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio de 40 cm.

Metodología

Nuestro análisis se estructura en cinco fases (Figura 2). En primer lugar, aunque en paralelo con las dos siguientes fases, se procedió a la selección y preprocesamiento de las imágenes Landsat, así como al cálculo de diversos índices espectrales. La segunda y tercer fase incluye el trabajo de campo en el que se realizaron mediciones de la variable biofísica de interés (contenido de humedad), así como de la radiometría de la cubierta de pasto. En la cuarta fase, se generaron modelos empíricos para la estimación del contenido de humedad a partir de ajustes

de regresión lineal entre índices espectrales obtenidos de la radiometría de campo y los valores de las variables medidas en terreno en las mismas fechas. Utilizando estos modelos empíricos, se estimó el contenido de humedad a partir de los índices espectrales obtenidos con las imágenes Landsat. En la última fase se compara la evolución temporal de las variables estimadas con la de dos variables meteorológicas, la precipitación y la temperatura.

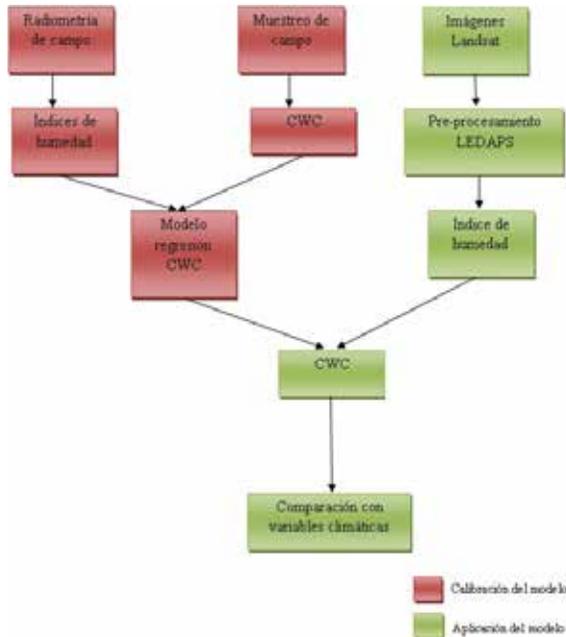


Figura 2. Descripción general del proceso de estimación de contenido de humedad

- *Selección y preprocesamiento de Imágenes Landsat*

Para este estudio se utilizó una serie histórica de la escena 202-032 adquirida por los sensores Enhanced Thematic Plus (ETM+) y Thematic Mapper (TM) a bordo del satélite Landsat. Las escenas fueron descargadas del servidor gratuito de imágenes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<http://glovis.usgs.gov/>).

Teniendo en cuenta las limitaciones existentes en la adquisición de imágenes, finalmente se seleccionaron un total de 13 escenas desde 1985 a 2010 (Tabla 1).

Sensor	Fecha de Adquisición
TM	25 marzo 1985
TM	12 abril 1987
ETM+	25 mayo 2000
ETM+	10 abril 2001
ETM+	29 abril 2002
ETM+	18 mayo 2003
ETM+	1 marzo 2004
ETM+	7 mayo 2005
ETM+	24 abril 2006
ETM+	10 marzo 2007
ETM+	9 febrero 2008
ETM+	15 marzo 2009
TM	11 abril 2010

Tabla 1. Listado de escenas Landsat utilizadas.

Una vez obtenidas las escenas a utilizar se procedió a realizar el preprocesamiento de las imágenes, esto incluye la transformación de los niveles digitales (ND) originalmente captados por el sensor a valores de radiancia y reflectividad incluyendo las oportunas correcciones del efecto atmosférico. Para este fin se tuvo acceso a la herramienta desarrollada por el Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System (LEDAPS)(<http://ledaps.nascom.nasa.gov/>).

- *Mediciones de Campo de Variables Biofísicas*

Con el propósito de calibrar los algoritmos para la estimación del contenido en humedad del pasto a partir de las imágenes Landsat, se utilizaron los datos de terreno recopilados en el ámbito del proyecto BIOSPEC. Estos datos se refieren a un total de 12 parcelas de 25x25 m localizadas en la dehesa objeto de estudio (Figura 3). Estas parcelas fueron muestreadas cada 16 días haciendo coincidir el muestreo con el paso del satélite Landsat 5 desde marzo de 2009 hasta abril de 2011. De las 12 parcelas disponibles se seleccionaron 4, las que presentaban mayor densidad de vegetación, y de las fechas disponibles se utilizaron sólo las correspondientes a los meses de marzo y abril, que corresponden con el pico de verdor del pasto en esta zona. El objetivo de esta selección es obtener datos en

parcelas/periodos donde exista poco o ningún material senescente y suelo descubierto que pudieran interferir en la relación entre el dato medido en terreno y la respuesta espectral de la vegetación captada por el sensor (Malmstrom et al., 2009).

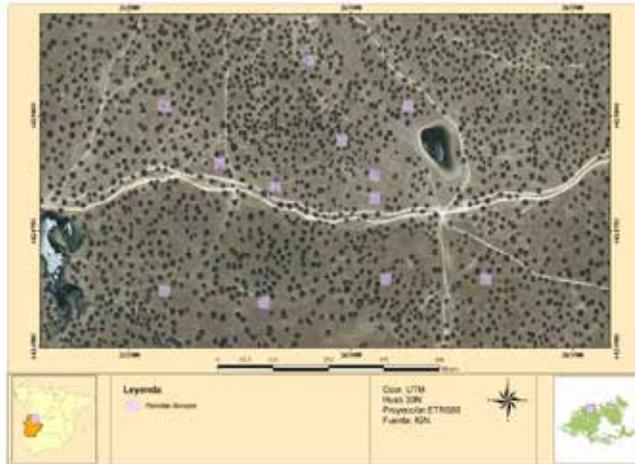


Figura 3. Localización de las Parcelas de Biospec.

Las medidas de contenido de humedad del pasto se realizaron mediante muestreo destructivo. Se muestrearon 3 cuadrantes de 25x25 cm distribuidos aleatoriamente en cada parcela. En cada cuadrante se recogió toda la vegetación cortándola a ras de suelo y se introdujo en una bolsa zip que fue pesada en el campo con una balanza de dos dígitos de precisión. Las muestras fueron transportadas al laboratorio donde se secaron en estufa a 60 grados durante 48 horas, después fueron pesadas de nuevo utilizando la misma báscula de campo. El contenido en humedad se calculó como:

$$CWC = EWT * LAI$$

Donde $EWT = (\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{área de hojas}$

El área de las hojas se calculó mediante el escaneo de una submuestra del cuadrante, estableciendo posteriormente una relación área-peso para el cálculo del área de las hojas correspondiente a toda la muestra.

- *Mediciones de radiometría de campo*

Se realizaron también mediciones de radiometría sobre el terreno utilizando un espectro-radiómetro ASD Fieldspec FR3, que recoge información entre 400 y 2500 nanómetros. Se realizaron dos transectos por parcela, uno NW-SE y otro NE-SW. Por cada transecto se tomaron una media de 10 mediciones, por lo que se contó finalmente con unos 20 espectros por parcela.

Los valores de reflectividad obtenidos con el ASD Fieldspec FR3, disponibles en intervalos de 1 nm, fueron remuestreados a las bandas Landsat-TM utilizando el software ENVI que considera la función de respuesta espectral de cada banda.

Con esta información se calcularon diversos índices espectrales propuestos en la literatura para estimar el contenido en humedad de la vegetación.

- *Calibración de los modelos para la predicción de contenido de humedad.*

Para la estimación del contenido de humedad se utilizó el *Normalized Difference Infrared Index* (NDII) (Chuvieco, 2010) utilizando las bandas 5 y 7:

$$NDII_5 = \frac{TM4 - TM5}{TM4 + TM5} \quad (1)$$

$$NDII_7 = \frac{TM4 - TM7}{TM4 + TM7} \quad (2)$$

Una vez calculados los índices a partir de los datos de radiometría de campo se realizó un análisis de correlación entre éstos y los datos de CWC medidos en las 4 parcelas seleccionadas para las siguientes fechas: 23 marzo, 7 abril, y 24 de abril de 2009, 11 de abril de 2010, y 30 de marzo y 14 de abril de 2011. El dato de campo para cada parcela fue un promedio de los 3 cuadrantes muestreados en cada una de ellas.

A partir del dato de la medición de contenido de humedad en campo y del valor del índice de vegetación seleccionado, tomando como referencia los valores de la banda 5 y 7 del sensor TM y ETM+, se procedió a realizar un análisis de

regresión lineal para obtener la ecuación de ajuste del modelo para la estimación del contenido de humedad. El modelo resultante se aplicó a las escenas Landsat seleccionadas para obtener los valores de contenido de humedad para la serie temporal.

- *Información Climatológica*

Con el objetivo de identificar la posible relación existente entre la evolución anual del contenido de humedad, con variables climatológicas como precipitación y temperatura, se procedió a identificar las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio. Se seleccionaron cinco estaciones próximas o incluidas en el área de estudio: Bohonal de Ibor, Navalморal de la Mata, Toril, Malpartida de Plasencia y Serradilla (Figura 4). Estos datos fueron solicitados a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para obtener las series históricas existentes.

Una vez obtenida la serie temporal de datos a utilizar, a partir de la fecha de adquisición de las escenas, se calculó la precipitación acumulada para dos meses (mes anterior y el propio mes de la toma de la imagen), así como también la temperatura máxima promedio para esos dos meses. Con estos datos, se realizó una comparación de la distribución temporal existente entre la precipitación y temperatura con el contenido de humedad, de cara a identificar la posible influencia de las condiciones climáticas sobre las variables biofísicas analizadas.



Figura 4. Localización de las Estaciones Climatológicas

Resultados y discusión

1. *Pre-procesamiento de imágenes Landsat*

Para comprobar la fiabilidad de la corrección radiométrica y atmosférica realizada por la herramienta LEDAPS se contó con datos de radiometría de campo para dos parcelas de calibración definidas por el proyecto BIOSPEC. Los valores de reflectividad medidos en el campo se compararon con los obtenidos utilizando la herramienta LEDAPS para la imagen Landsat 5 TM del 30 de junio de 2010. En la figura 5 se presentan las curvas espectrales obtenidas con los datos de campo y las extraídas de la imagen para las dos parcelas de calibración. Como se puede observar, las diferencias son mínimas entre ambos conjuntos de datos. De hecho, al realizar un análisis más cuantitativo de la información, se obtuvo que no existía una diferencia estadística significativa entre los datos, existiendo una correlación fuerte entre los datos de campo y los de la imagen ($R^2 = 0,99$), lo que indica que la herramienta LEDAPS resulta adecuada para el pre-procesamiento en serie de imágenes Landsat.

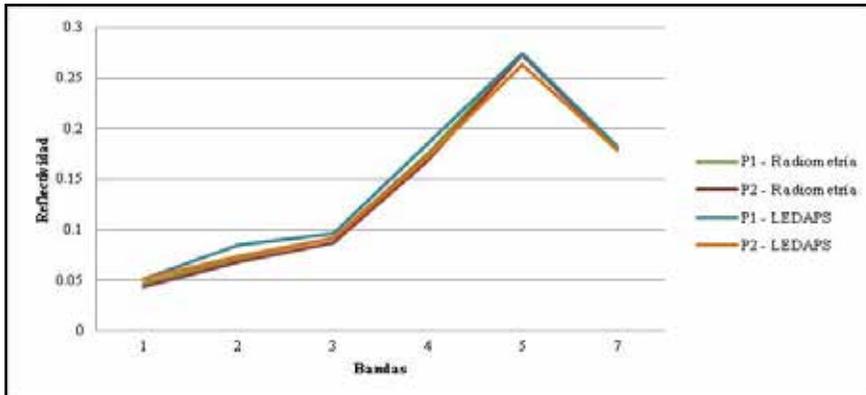


Figura 5. Comparación de espectros para las parcelas de calibración

1. *Estimación de contenido en humedad de la vegetación*

En el caso del contenido en humedad de la vegetación, las dos variaciones del NDII ofrecieron valores altos de correlación (Tabla 2) y p-valor < 0,0001. Se

seleccionó el NDII5 para la estimación del contenido de humedad, debido a que presentó una correlación más fuerte ($R^2 = 0,85$).

Indice	R^2
NDII ₅	0,8460
NDII ₇	0,7988

Tabla 2. Coeficientes de Correlación entre los valores de CWC medidos en terreno y los índices espectrales calculados a partir de radiometría de campo

La ecuación de ajuste del modelo para la estimación del contenido de humedad a partir de los valores del NDII5 aparece en la figura 6. Esta función fue aplicada a las imágenes NDII5 de la serie temporal obteniéndose el valor de contenido de humedad para las diversas fechas de estudio (Figura 7).

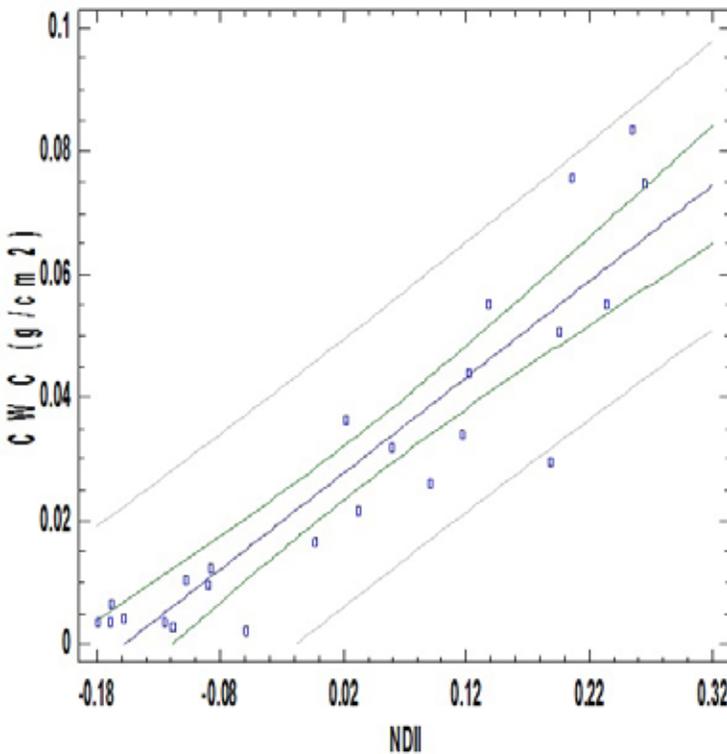


Figura 6. Gráfico del Modelo Ajustado para la estimación del CWC

Los resultados obtenidos del análisis de correlación son ligeramente más altos que los obtenidos por Jiang et al. (2009), quienes utilizando imágenes MODIS para calibrar el modelo a partir de la relación existente entre el EWT, obtienen mediante el EVI un $R^2=0,7547$, para el NDVI un $R^2=0,7299$, para el SIWSI un $R^2=0,7509$ y para el NDWI un $R^2=0,7547$. En su análisis definieron que los índices que relacionan el infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta, como el NDWI y el SIWSI predicen de manera más eficiente el CWC, resultando estos dos últimos equivalentes al NDII para Landsat utilizado en el presente estudio. Por otro lado, Cheng et al. (2006) obtuvieron mejores resultados, el NDVI registró un R^2 de 0,89, seguido por EVI con $R^2=0,82$ y SIWSI con $R^2=0,81$, mientras que el NDWI presentó la más baja correlación con $R^2=0,62$.

Los valores de contenido de humedad obtenidos a nivel de píxel para la serie temporal presentaron rangos desde valores muy cercanos a cero hasta 0,1966 g/cm^2 . Este valor máximo se registró en el año 2001. En general el valor medio del contenido de humedad para cada píxel en toda la serie temporal fue de 0,05 g/cm^2 . Estos valores pueden ser comparados con los obtenidos por Clevers et al. (2010) que obtuvieron un valor medio de 0,095 g/cm^2 en una de sus áreas de estudio, un valor más alto al nuestro, y 0,053 g/cm^2 en otra zona, más acorde con los valores obtenidos con nuestro método. Clevers et al. (2008) obtuvieron un rango de 0,1 a 0,2 g/cm^2 , siendo bastante acordes con los resultados obtenidos en el presente estudio.

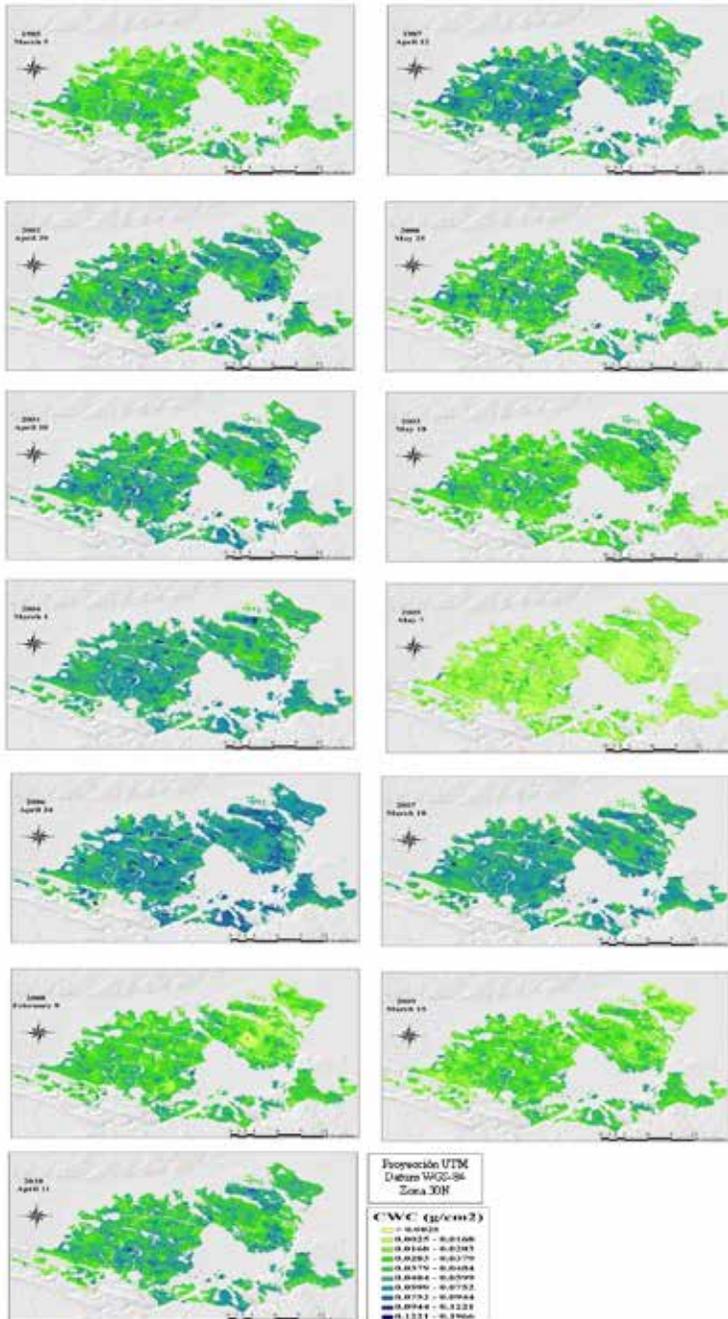


Figura 7. Estimaciones de contenido de humedad del pasto obtenida de imágenes Landsat para la zona de estudio, 1985-2010.

En general se observa una distribución espacial bastante uniforme del contenido de humedad en la zona de estudio, aunque aparece un sector al noreste del área de estudio en el que se registran valores más altos a lo largo de toda la serie temporal. La serie presenta un patrón homogéneo a lo largo del tiempo, con la clara excepción del año 2005, el cual presenta una variación del 57% por debajo del promedio y el 2006 con una variación del 40% por encima del promedio.

3. Relación con variables climáticas

Los análisis realizados de comparación de muestras mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos obtenidos para las cinco estaciones meteorológicas, registrando un $R^2 = 0,95$ para las precipitaciones y un $R^2 = 0,99$ para las temperaturas.

Durante la serie temporal analizada (1985-2010), se observaron algunos años con comportamientos extremos. Así la precipitación ha sido muy inferior a la media en 2005 (57%), coincidiendo con el año con menor valor promedio de CWC (0,0190 g/cm²), y muy superior en el 2001, 15% por encima de la media, año en el que se registró uno de los valores más altos de CWC promedio (0,0523 g/cm²). El resto de los años muestran valores más cercanos a la media (Figura 8).

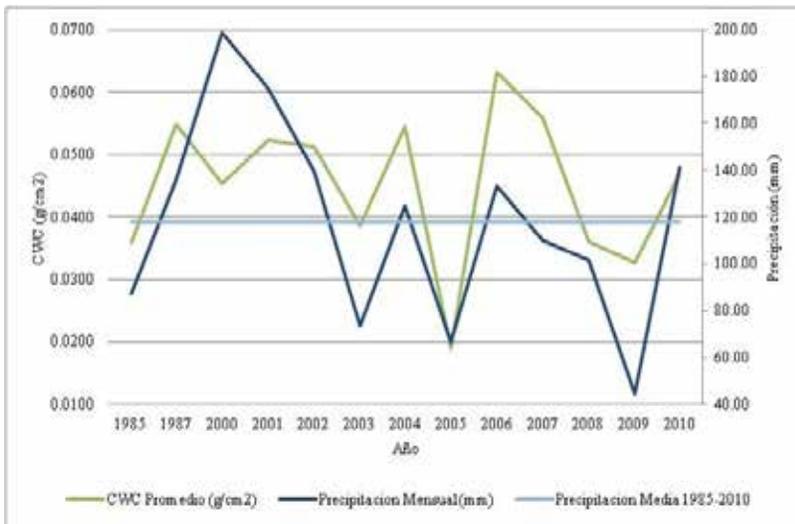


Figura 8. Serie temporal de precipitación y valor medio de CWC estimado para primavera en la zona de estudio

El contenido de humedad mostró correlaciones bajas con las precipitaciones, aunque puede observarse una evolución temporal similar, con incrementos y descensos en los mismos años, a excepción del 2000, en el que esta variable experimenta comportamientos opuestos. La divergencia en el año 2000 parece estar relacionada con la fecha de adquisición de la imagen (25 de mayo), en la que probablemente el pasto estaría notablemente seco.

Como en el caso de las precipitaciones, la temperatura también ofreció bajos valores de correlación con el contenido de humedad. No obstante, salvo alguna excepción, se observa una clara tendencia inversa entre ambas variables, de manera que de acuerdo a lo observado, temperaturas más altas generan menores valores de CWC (Figura 9).

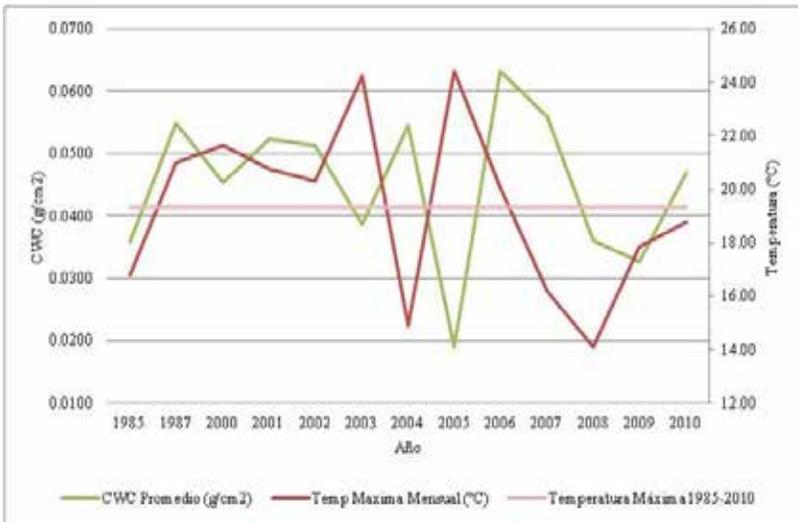


Figura 9. Serie temporal de temperatura máxima y valor medio de CWC estimado para primavera en la zona de estudio

Conclusiones

En este estudio hemos investigado el uso de índices espectrales derivados de los sensores TM y ETM+ a bordo del satélite Landsat para la estimación de contenido de humedad del pasto en una zona de dehesa, así como la importancia de contar con información medida en campo para calibrar los modelos de estimación a partir de regresiones simples. Las imágenes Landsat fueron procesadas antes

del cálculo de los índices espectrales y se obtuvo que para la predicción de CWC en pastos, la utilización de un índice como el NDII5 brinda un modelo más robusto ($R^2=0,85$) frente a otros índices, siendo estos valores comparables con resultados obtenidos por otros autores con metodología similar (Cheng et al., 2006; Cheng et al., 2006; Jiang et al., 2009; Malmstrom et al., 2009; Todd et al., 1998). Estos datos ponen de manifiesto el interés de utilizar imágenes de satélite para la estimación de variables biofísicas, que de otra manera requerirían de costosos muestres de campo, inabordables para medios y grandes territorios.

Resalta el hecho de que la variable analizada, contenido de humedad, es sensible a los cambios extremos en las condiciones climáticas, presentando sus valores más bajos en el año en que se registró la menor cantidad de precipitación y a su vez la mayor temperatura máxima (2005) en la zona, lo cual tuvo un impacto directo en el contenido de humedad existente.

Aunque la serie temporal registra importantes lagunas debidas a la inexistencia de imágenes Landsat en el catálogo Glovis, parece registrarse una ligera tendencia de disminución del contenido de humedad en la serie temporal analizada, que se corresponde con una tendencia similar en el registro de precipitaciones. La tendencia hacia una menor de cantidad de lluvia limitaría en gran medida en papel del CWC dentro de la fotosíntesis, y por ende reduciría su capacidad de fijar carbono, tal y como se observó en el año con menor cantidad de precipitación dentro de la serie temporal.

Agradecimientos

Agradezco a la Fundación Carolina por la beca otorgada para desarrollar el Máster en Tecnologías de la Información Geográfica en la Universidad de Alcalá. Al Servicio Geológico de los Estados Unidos por la disponibilidad de las imágenes Landsat. A Jeffrey Masek por facilitar el acceso a la herramienta de pre-procesamiento de LEDAPS. Al proyecto Biospec por facilitar los datos de campo para la calibración de los modelos. Y a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) por la cesión de los datos meteorológicos.

Bibliografía

- Chen, D., Huang, J., & Jackson, T. (2005). Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands. *Remote Sensing of Environment*, 98, 225-236. doi: 10.1016/j.rse.2005.07.008
- Cheng, Y.-B., Zarco-Tejada, P., Riaño, D., Rueda, C., & Ustin, S. (2006). Estimating vegetation water content with hyperspectral data for different canopy scenarios: Relationships between AVIRIS and MODIS indexes. *Remote Sensing of Environment*, 105, 354-366.
- Chuvieco, E. (2010). *Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona, España.
- Clevers, J. G. P. W., Kooistra, L., & Schaepman, M. E. (2008). Using spectral information from the NIR water absorption features for the retrieval of canopy water content. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10(3), 388-397. doi: 10.1016/j.jag.2008.03.003
- Clevers, J. G. P. W., Kooistra, L., & Schaepman, M. E. (2010). Estimating canopy water content using hyperspectral remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(2), 119-125. doi: 10.1016/j.jag.2010.01.007
- Irish, R., Barker, J., Goward, S., & Arvidson, T. (2006). Characterization of the Landsat-7 ETM+ Automated Cloud Cover Assessment (ACCA) Algorithm. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72, 1179-1188.
- Jackson, T., Chen, D., Cosh, M., Li, F., Anderson, M., Walthall, C., . . . Hunt, E. R. (2004). Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. *Remote Sensing of Environment*, 92, 475-482. doi: 10.1016/j.rse.2003.10.021
- Jiang, Z., Li, L., & Ustin, S. L. (2009). Estimation of canopy water content with MODIS spectral index. Paper presented at the Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability VI.

- Malmstrom, C. M., Butterfield, H. S., Barber, C., Dieter, B., Harrison, R., Qi, J., . . . Wirka, J. (2009). Using Remote Sensing to Evaluate the Influence of Grassland Restoration Activities on Ecosystem Forage Provisioning Services. *Restoration Ecology*, 17(4), 526-538. doi: 10.1111/j.1526-100X.2008.00411.x
- Roig, S., & Rubio, A. (2009). *El sistema agroforestal dehesa como sumidero de carbono: hacia un modelo conjunto de la vegetación y el suelo*. Paper presented at the 5° Congreso Forestal Español.
- Todd, S. W., Hoffer, R. M., & Milchunas, D. G. (1998). Biomass estimation on grazed and ungrazed rangelands using spectral indices. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3), 427-438. doi: 10.1080/014311698216071

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

Arqueoastronomía y Astronomía Cultural: sus campos de acción y aplicación en Honduras. Metodologías

Eduardo Enrique Rodas Quito

Resumen

Siguiendo con el estudio de las diferencias y similitudes entre las disciplinas de la Arqueoastronomía y la Astronomía Cultural, se presenta en este artículo la evaluación de las diferentes metodologías utilizadas por estudios ya sean arqueoastronómicos propiamente dichos o de tipo arqueológico, pero relacionados con el tema de la astronomía reflejada en restos materiales de culturas antiguas. En este caso, se circunscribe el estudio a trabajos relacionados con la cultura maya, con el propósito de identificar las formas de trabajo que se utilizaron para poder desarrollar dichos estudios y que puedan servir de base para desarrollar técnicas y herramientas metodológicas aplicables al estudio de la Astronomía Cultural en Honduras. Los resultados se presentan en forma tabular y gráfica y prueban ser útiles para esta actividad. Como resultados adicionales, se identifican los cuerpos astronómicos de mayor interés en la cultura maya: Sol y Venus.

Palabras clave: Astronomía Cultural, Arqueoastronomía, Arqueología, Antropología, Astronomía, Venus.

Abstract

Following on the study of the differences and similitudes between Cultural Astronomy and Archaeoastronomy, we present in this article the evaluation that was done of the different methodologies used in archaeoastronomical or archaeological studies, but both related to astronomy reflected by remains of ancient cultures. In this case, the scope is only on studies of the maya culture, and the purpose was to identify the methodologies used for completing those works, so that they can serve as the base for developing new methodological technics and tools that are useful for pursuing the Astronomical Culture discipline in Honduras. Results are shown as both tables and graphics and prove to be useful for the above mentioned purpose. As additional results, Venus and the Sun are identified as the astronomical bodies of greater importance in the maya culture.

Keywords: Astronomy, Archaeoastronomy, Archaeology, Anthropology, Astronomy, Venus, Sun.

Eduardo Enrique Rodas Quito. (eduardo.rodas@unah.edu.hn.) Departamento de arqueoastronomía y Astronomía Cultural, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Introducción

En un artículo anterior, se encontró la conveniencia de utilizar los términos “Astronomía Cultural” para designar aquellos estudios relacionados con las culturas y la influencia que recibieron de fenómenos astronómicos, así como el estudio de las manifestaciones que dichos fenómenos astronómicos provocaron en estas culturas. Se proponía entonces que para ampliar el conocimiento sobre esta disciplina así como enriquecer las metodologías a emplear en este tipo de estudios, es necesario evaluar las metodologías utilizadas hasta la fecha en trabajos que tuvieran como objetivo conocer la mencionada relación entre culturas y astronomía. Esta evaluación es la que se da a conocer en el presente artículo. Los estudios evaluados son los realizados a una cultura en particular: la maya, dado que es la gran civilización de la antigüedad que está más relacionada con la posición geográfica y cultural de Honduras, sede de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, y por tanto, es parte del legado cultural de nuestros antepasados que debemos estudiar más a fondo.

Metodología

La metodología es de tipo cuantitativa, obteniendo la información requerida de fuentes documentales. Es de tipo cuantitativa porque al realizar el análisis de los estudios sobre la cultura maya, se tratan de identificar las metodologías utilizadas para llevarlas a cabo y se hace un recuento de la frecuencia con que las mismas aparecen. De esta manera, se encuentran las metodologías que los diferentes investigadores han visto más útiles para sus estudios. Por otro lado, se identifican también en dichos trabajos los cuerpos celestes que aparecen más frecuentemente, lo que debería estar en relación directa con la importancia de cada astro en la cultura maya. Con esto en mente, se obtuvo información concerniente a las siguientes variables:

1. Fenómeno o cuerpo astronómico relacionado con el tema de investigación del estudio arqueológico / antropológico bajo revisión
2. Aspecto cultural que se abarca en el estudio arqueológico / antropológico bajo revisión: alineación de estructura, rito religioso, etc
3. Ciencias que intervienen o podrían aportar metodologías útiles para el estudio arqueológico / antropológico bajo revisión

4. Métodos propios de cada ciencia o disciplina que son más útiles para llevar a cabo las actividades requeridas en los estudios arqueológicos / antropológicos bajo estudio

Resumiendo, al contar con esta información, se procedió a realizar un análisis de las frecuencias de los métodos / ciencias preferidas en los estudios bajo revisión (análisis de frecuencias basándose en la tercera variable: Ciencias y/o disciplinas que intervienen y/o aportan metodologías) y se cruzó esta información con todos los diferentes aspectos culturales encontrados (segunda variable). Luego, se realizó un cruce entre datos de los fenómenos o cuerpos astronómicos involucrados (primera variable) y los aspectos culturales (segunda variable). Con esta información se puede alimentar la cuarta variable mencionada (metodologías empleadas de la ciencia y/o disciplina que la aportaron).

Conociendo esto último, sabemos qué herramientas de cada ciencia en particular pueden utilizarse para realizar estudios relacionados con fenómenos celestes de culturas, ya sean éstas antiguas o modernas. Esta información nos ayuda a conocer el tipo de enfoque que es más recomendable utilizar para que los resultados de los estudios sean comprendidos y aprovechados en su totalidad por aquellos a quienes deberían interesar más dichos resultados.

Las principales fuentes consultadas fueron las publicaciones hechas por el "Centro de Estudios Mayas", adscrita a la Universidad Nacional Autónoma de México, así como libros recopilatorios, entre ellos "Foundations of New World Cultural Astronomy", editado por el Sr. Anthony Aveni, varios artículos del Boletín de la SEAC (Société Europeene pour la Astronomie dans la Culture) y de la revista "Complutum", editado por la Universidad Complutense de Madrid. (Aveni, Introduction, 2008).

Discusión de Resultados

No	Nombre del Estudio	Fenómeno o Cuerpo Astronómico o estudiado	Aspecto Cultural bajo estudio	Ciencias que intervienen o aportan metodologías	Métodos más útiles de cada ciencia involucrada	Periodo cultural bajo estudio	Fuente
1	Más datos históricos en las inscripciones de Palenque	Movimientos del Sol	Inscripciones en lápida del Templo de Inscripciones interpretando fechas de calendario maya	Epigrafía / Arqueología	Epigrafía	Clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. IX
2	Jeroglíficos mayas asociados al Sol, Luna y Planetas	Luna, Venus, Júpiter, Marte	Escritura, lectura e interpretación de Códices	Epigrafía / Arqueología / Astronomía	Epigrafía / mecánica celeste / planisferios	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. IX
3	Venus y el Códice Grolier	Venus	Escritura, lectura e interpretación de Códices	Epigrafía	Epigrafía / mecánica celeste	Post-clásico	Arqueología Mexicana
4	Simbolismo del Juego de Pelota	Sol / Luna	Mitos, leyendas y tradiciones	Astronomía	Análisis de Cosmovisión	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. IX
5	De la Procedencia y el uso del Códice de Madrid (Trocartesano)	Luna	Escritura, lectura e interpretación de códices	Epigrafía	Epigrafía	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. XXVII

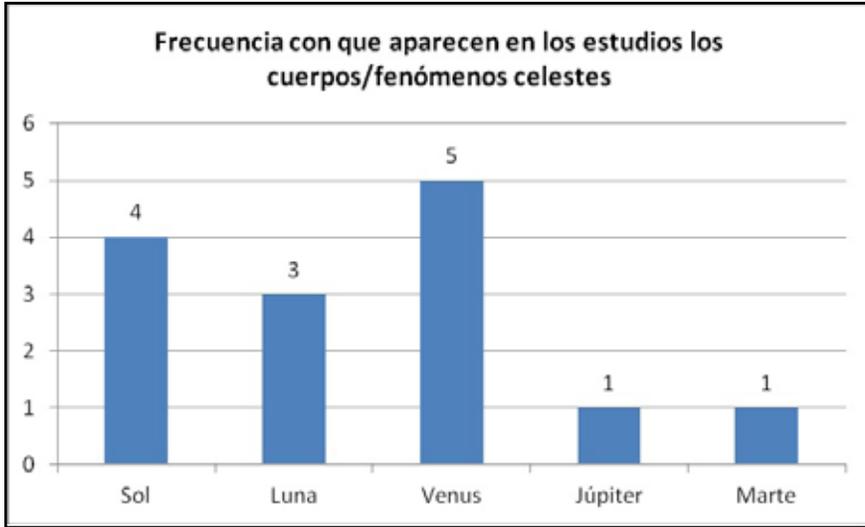
6	La orientación de la Estructura 33 de Yaxchilán: Una Reevaluación	Sol, Solsticio de Verano	Construcción de estructuras	Arquitectura	Medición de acimutes	Clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. XXVIII
7	Un Análisis Arqueoastronómico del edificio circular Q152 de Mayapán	Sol	Calendario, códigos, construcción de estructuras	Arqueología / Arquitectura / Astronomía	Medición de acimutes	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. XXIX
8	Identification of Post-classic Maya Constellations from the Venus Pages of the Dresden Codex	Venus, constelaciones	Constelaciones	Astronomía, epigrafía, matemáticas	Observación a simple vista	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. XXV
9	Astronomía en la Arquitectura de Chichén-Itzá: Una reevaluación	Venus	Construcción de estructuras	Arquitectura	Geo-posicionamiento / Medición de acimutes	Post-clásico	Estudios de Cultura Maya, Vol. XLI

Cuadro 1: análisis de estudios Mayas en los que se tratan temas relacionadas con la Astronomía

Siguiendo la metodología planteada en la sección anterior, se obtuvieron los resultados correspondientes a este análisis de estudios sobre la cultura maya que tienen una relación con cuerpos o fenómenos astronómicos. Posteriormente se hace el análisis de las variables cuya interrelación se está buscando. Los estudios que se analizaron se presentan en el Cuadro 1. Para más detalles de cada uno de los trabajos (fecha de publicación, editorial, entre otros) se puede consultar la bibliografía al final del artículo.

Con la información presentada en este cuadro se alimentaron las variables definidas en la sección anterior y al hacer los cruces en la información, se encontraron los siguientes resultados:

Fenómeno o cuerpo astronómico estudiado:



Gráfica 1

Se puede observar en el gráfico No. 1 que el cuerpo celeste que aparece más frecuentemente en los estudios es Venus seguido del Sol indicando probablemente que estos cuerpos son los que tenían mayor importancia para la cultura maya.

Aspectos culturales que son abarcados en los estudios analizados

Gráfica 2

En el gráfico 2 se muestran los aspectos culturales que más se estudiaron. Se observa que éstos tienen que ver con el legado escrito de los mayas y el análisis de estructuras.

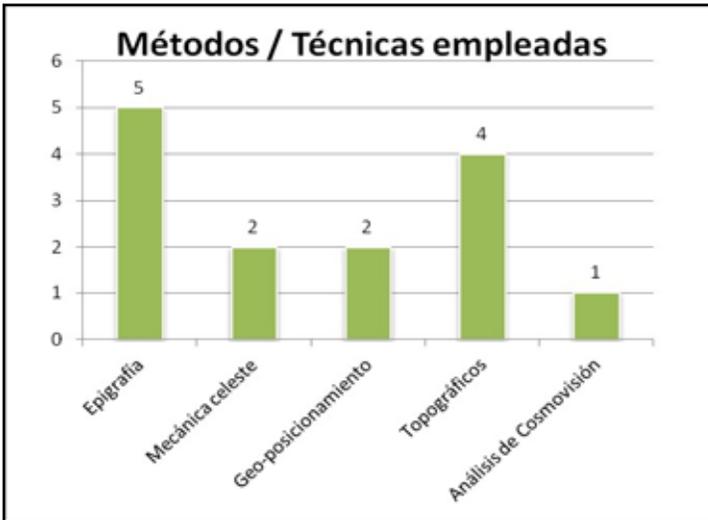
Ciencias involucradas en los estudios analizados

Gráfica 3

No es de extrañar que las ciencias que más intervienen en los estudios evaluados sean los relacionados con el legado escrito de los mayas (epigrafía) y las estructuras de las ciudades (Arqueología coincidiendo con arquitectura), cuan-

do se ha visto que en la segunda variable (aspectos culturales bajo estudio) el tema más estudiado tiene que ver con lectura de códices y con la construcción de estructuras. La primera de éstas es de hecho una de las principales características de la práctica de la arqueoastronomía en América en general (Arqueoastronomía café), contrario a la práctica ejercida en Europa, donde a falta de documentación escrita, se recurre mucho al estudio de restos basado en Arquitectura o Arqueología sola (arqueoastronomía verde) (Ruggles, 2005). Está demás mencionar el hecho que la astronomía sea la segunda ciencia en importancia en cuanto a su uso, ya que los estudios evaluados tratan sobre objetos o fenómenos celestes y sus diferentes manifestaciones en la cultura maya.

Métodos más útiles de cada ciencia que se utilizaron en el estudio



Gráfica 4

Se observa claramente cómo se utilizan mucho las técnicas de Epigrafía y de topografía (para la medición de acimuts), para poder realizar los estudios de la cultura maya, coincidiendo con lo encontrado con las variables anteriores, donde los objetos de estudio más frecuentes fueron los códices en primer lugar, seguido del estudio de las estructuras en ruinas. Otras técnicas que podrían utilizarse para estudios relacionados con astronomía, tales como mecánica celeste no han tenido tanto uso como podría pensarse.

Analizando la información encontrada para alimentar las cuatro variables que se han definido, se puede concluir lo siguiente:

- Entre las metodologías más utilizadas para estudiar dicha relación están las que tienen que ver con la comprensión del lenguaje de los pueblos bajo estudio (epigrafía, por ejemplo), y las metodologías relacionadas con estudios de tipo topográfico, como las utilizadas por la ingeniería civil y otras disciplinas relacionadas (como la arquitectura).
- Al realizar el cruce entre variables partiendo de la información encontrada en la sección anterior, se encuentra que:
 - Los astros más estudiados son el Sol y Venus.
 - los principales aspectos culturales estudiados son Escritura y Construcción de Estructuras.
 - Las ciencias que más intervienen en los estudios evaluados son Epigrafía y Astronomía.
- Metodologías más utilizadas son las relacionadas con las de los epigrafistas (en relación a los significados de los símbolos o logogramas empleados por las culturas antiguas) y los astrónomos (principalmente cálculos de salidas y puestas de astros - Sol y Venus – para obtener datos de acimuts).
- Se deduce que más que todo se han estudiado escritos y edificios que tienen que ver con el Sol y con el planeta Venus, para lo que se han utilizado técnicas astronómicas y epigráficas. Esto es importante a tomar en cuenta por quienes se decidan a estudiar estos astros y su influencia en la cultura maya. Un campo prometedor para estudios futuros en arqueoastronomía sería el estudio de otros aspectos astronómicos, tales como las estrellas, constelaciones u otros planetas brillantes, preguntándose qué sitio le dieron los mayas a dichos objetos dentro de sus mitologías, tradiciones y costumbres. Hasta ahora la fuente principal de información han sido códices mayas y glifos esculpidos en monumentos. Faltaría estudiarlos para buscar en ellos referencias a los cuerpos celestes antes mencionados.

- En cuanto a las metodologías más útiles para quienes emprendan estudios en arqueoastronomía, se deberían considerar la utilización de técnicas epigráficas, la realización de cálculos astronómicos básicos en cuanto a predicción de salidas y puestas de astros (astronomía esférica), así como la implementación de técnicas y herramientas de la topografía para poder llevar a cabo mediciones in situ de acimuts y alturas de objetos astronómicos y de estructuras en sitios arqueológicos, sin obviar, claro, las metodologías del área antropológica. Con el desarrollo de habilidades y técnicas en estos campos, creemos que es muy factible recolectar buenos datos que permitan llegar a una interpretación de los mismos que nos lleven a un punto muy cercano a la realidad de las culturas que los dejaron.

Bibliografía

- Aveni, A., (2008) Introduction, *Foundations of New World Cultural Astronomy*, 2.
- Ayala Falcón, Maricela (2006) *De la Procedencia y el Uso del Códice de Madrid*, *Estudios de Cultura Maya*, XXVII, 15-41
- Baudez, C-F (2002) Venus y el Códice Grolier, *Arqueología Mexicana*, 1-18, X, 55
- Federico, Teresa (1973) Simbolismo del Juego de Pelota, *Estudios de Cultura Maya*, IX, 127-129.
- Galindo Trejo, J. (2007) Un análisis arqueoastronómico del edificio circular Q152 de Mayapán, *Estudios de Cultura Maya*, XXIX, 63-81.
- García Quintela, M., González García, C. (2009) *Arqueoastronomía, Antropología y Paisaje*, *Complutum*, 20,2, 39-54.
- Iwaniszewski, I., Galindo Trejo, J. (2006).La orientación de la Estructura 33 de Yaxchilán: Una Reevaluación, *Estudios de Cultura Maya*, XXVIII, 15-26.
- Park, Ch., Chung, H. (2010) Identification of Post-classic Maya Constellations from the Venus Pages of the Dresden Codex, *Estudios de Cultura Maya*, XXXV,33-60.

- Ruggles, C. (2005) *Ancient Astronomy – An Encyclopedia of Cosmologies and Myth*, 19-20, 52, 169.
- Ruz Lhuillier, A. (1973), Más Datos Históricos en las Inscripciones de Palenque, *Estudios de Cultura Maya*, IX, 93-117.
- Smiley, Ch. (1973) Jeroglíficos mayas asociados al Sol, Luna y Planetas, *Estudios de Cultura Maya*, IX, 119-126
- Šprajc, I., Sánchez Nava, P.F. (2012) Astronomía en la Arquitectura de Chichén-Itzá: Una reevaluación, *Estudios de Cultura Maya*, XLI, 31-60.

NOTAS INFORMATIVAS

Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación y maquetación

Historia:

La Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras fue creada por el Consejo Universitario en Abril de 2009, en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS) que venía funcionando desde la década anterior. Está organizada en los departamentos académicos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. Un departamento es la unidad académica básica y fundamental de la Universidad que agrupa a una comunidad de docentes especializados en un campo determinado del conocimiento, que trabaja organizadamente en equipo en la docencia, la investigación, la vinculación con la sociedad, la asesoría y gestión académica.

Desde su creación, ha sido política de la FACES el desarrollo de la investigación científica como una de sus actividades académicas más importantes. En consecuencia todos los profesores de sus departamentos, participan y desarrollan proyectos de investigación científica incluidos como parte de la Carga Académica, participando con grupos de investigadores nacionales y extranjeros.

En el año 2009, la producción científica de los profesores de la FACES empezó a hacerse evidente por lo que la Dirección de Investigación de la UNAH dedicó toda la temática de la Revista Ciencia y Tecnología, Número 4, Segunda Época, Junio 2009 (ISSN: 1995 – 9613) para publicar los resultados de los proyectos de investigación científica realizados por el OACS ahora Facultad de Ciencias Espaciales, como un reconocimiento a su esfuerzo y a la integración sistemática de la investigación al trabajo académico universitario.

La motivación para publicar una revista propia de la Facultad de Ciencias Espaciales estaba dada. En 2009, coincidiendo con la celebración del Año Internacional de la Astronomía, en la FACES se creó la Revista Ciencias Espaciales. Esta sería una publicación semestral, dedicando el primer número del año, denominado *primavera* a la producción científica de los diferentes campos del conocimiento trabajados en la FACES; y el segundo número, denominado *Otoño*, dedicado exclusiva y rotativamente a uno de los campos que desarrolla la Facultad.

Descripción de la Revista

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Cada año calendario se publica un Volumen que consta de dos Números. El primero, Número 1, llamado *Primavera*, incluye artículos de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, y Ciencias Aeronáuticas. El segundo, el Número 2, llamado *Otoño*, se dedica rotatoriamente por años, a cada uno de los campos que trabaja la Facultad. Para distinguir cada uno de los campos temáticos, el fondo de la Revista cambia de: azul espacio para Astronomía y Astrofísica, verde tierra para Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, rojo ladrillo para Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, azul cielo para Ciencias Aeronáuticas.

La Revista Ciencias Espaciales tiene un Director y un Consejo Editorial integrado por los profesores de los Departamentos de la Facultad y otros profesores visitantes. Ellos son los encargados de recibir y gestionar el proceso de selección de los artículos, edición y publicación de la Revista. Dependiendo del campo temático del año, rotatoriamente un Editor coordina el Consejo Editorial. La Revista Ciencias Espaciales cuenta además con un Consejo Científico Internacional responsable de velar por la calidad del contenido de la Revista. En el interior de la Portada se publican los nombres del Director, Editor, Miembros del Consejo Editorial y del Consejo Científico.

La Revista Ciencias Espaciales publica artículos de autores nacionales y extranjeros, residentes dentro o fuera del país. Los artículos publicados pueden estar referidos a investigaciones originales en el campo de la Astronomía y la Astrofísica, la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica, la Arqueoastronomía y las Ciencias Aeronáuticas.

nomía y la Astronomía Cultural, y las Ciencias Aeronáuticas. El contenido de cada artículo es responsabilidad de sus autores.

El arte y diagramación de la Revista Ciencias Espaciales es aprobado por la Secretaría Ejecutiva de Desarrollo Institucional de la UNAH y la Editorial Universitaria. Las dimensiones de cada ejemplar son de 23.4x16cm.

Instrucciones a los autores

Cada artículo que se remita para ser publicado en la Revista Ciencias Espaciales debe organizarse en los siguientes apartados: Título del artículo; Nombre de los autores, filiación, dirección y correo electrónico; Resumen y palabras clave, en idioma español e inglés. El texto del documento debe contener un Introducción, descripción de la metodología utilizada, presentación de resultados, discusión y conclusiones. Al final del documento se deben incluir las referencias bibliográficas, seguidas de las Tablas y Figuras utilizadas.

El título:

- Debe escribirse con letra inicial mayúscula.
- Debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector lo esencial del artículo. No debe exceder de 15 palabras.

Los autores:

- El nombre completo de cada uno de los autores debe acompañarse de su grado académico más alto, institución a la que pertenece y cargo que ocupa.
- Indicar el nombre del departamento, institución o instituciones a las que se debe atribuir el trabajo.
- Dirección electrónica, teléfono y la dirección del autor responsable de la correspondencia a la que puede dirigirse avisos sobre el artículo.

Resumen y palabras clave:

- El Resumen debe contener un máximo de 250 palabras.
- Debe contener los objetivos del estudio; metodología, técnicas o procedimientos básicos utilizados; los resultados más destacados y las principales conclusiones. Hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.
- Después del Resumen se deben incluir de 3 a 5 palabras clave las cuales facilitaran el indizado del artículo.
- El Resumen y las palabras clave deben también ser presentadas en idioma Inglés.

Introducción:

La finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en el que se realizó la investigación, por lo que debe mencionar claramente los siguientes aspectos:

- El propósito o finalidad de la investigación: es importante que quede claro cuál ha sido el problema estudiado, y cuál es la utilidad del producto de la investigación (para qué sirve, a quien le sirve, donde se puede usar, etc.).
- Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.
- Los autores deben aclarar que partes del artículo representan contribuciones propias y cuales corresponden a aportes de otros investigadores, incluyendo en estos casos las referencias bibliográficas apropiadas.
- En esta sección se describirá de manera muy general la metodología empleada, resultados y las conclusiones más importantes del trabajo.
- Se pueden enunciar los retos que conllevó la realización de la investigación y una explicación breve de cómo se superaron.

Metodología:

En términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual se ha logrado obtener conocimiento o información producto de la investigación. En términos prácticos, es la manera seleccionada para solucionar el problema estudiado.

Aquí se describe el diseño del método o del experimento (aleatorio, controlado, casos y controles, 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. Estos métodos se describirán también en el resumen del artículo.

Se describe el área de estudio, población u objetos sobre los que se ha hecho la investigación. Describe el marco y cómo se ha hecho su selección. Describe con claridad cómo fueron seleccionados los sujetos, objetos o elementos sometidos a observación.

Se indica el entorno dónde se ha hecho el estudio. Procure caracterizar el lugar o ubicación escogida.

Se describen las técnicas, tratamientos (siempre utilizar nombres genéricos), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc. Describa los métodos, aparatos y procedimientos empleados con el suficiente grado de detalle para que otros investigadores puedan reproducir los resultados.

Resultados:

Presente los resultados auxiliándose de tablas y figuras, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas o figuras; destaque o resuma tan solo las observaciones más importantes. Recuerde que las tablas y figuras 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.

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 éste 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.

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.

Agradecimientos:

De manera opcional, al final puede incluir los 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, o en la escritura del artículo. También puede incluir en los agradecimientos el apoyo financiero y los medios materiales recibidos.

Bibliografía:

Este apartado se construye de acuerdo a las normas internacionales APA, distinguiendo si la cita se refiere a un solo autor o a varios autores de un artículo, al autor de un libro, sección o capítulo de un libro, a una referencia de una publicación periódica u obtenida en Internet. En tal sentido, es necesario incluir todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente en el trabajo.

Tablas, Figuras y leyendas de las figuras

Tablas:

- Se enumeran correlativamente desde la primera hasta la última. Asígneles un breve título a cada una, pero no dentro de estas.
- En cada columna figurará un breve encabezamiento.
- Las explicaciones o información adicional se pondrán en notas a pie de la Tabla, no en el título de la tabla. En estas notas se especificarán las abreviaturas no usuales empleadas, para hacerlo se usarán como llamadas.
- Identifique las unidades de medida utilizadas. Asegúrese de que cada Tabla se halle citada en el texto, recuerde que sin esa referencia su presencia en el artículo no tiene validez.

Figuras:

- Las figuras se numerarán consecutivamente según su primera mención en el texto, desde la primera hasta la última. El formato, letras, números y símbolos usados en las figuras, serán claros y uniformes en todos los que aparezcan en el artículo.
- Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en las leyendas de las figuras y no en las mismas figuras.
- Si se emplean fotografías de personas, figuras o imágenes que no son de elaboración propia, se deberá incluir el permiso por escrito para poder utilizarlas.
- Todas las figuras, fotografías e ilustraciones debe tener un pie de imagen que las identifique.

Unidades de medida:

Las unidades de medida se deben expresar en unidades del sistema métrico decimal. Se debe tomar como referencia el Sistema Internacional de Unidades.

Abreviaturas y símbolos:

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 salvo si se trata de una unidad de medición común.

Recomendaciones generales para presentar el artículo:

- Todo el artículo debe presentarse con letra Arial Narrow, tamaño 12.
- Inicie cada sección o componente del artículo después de donde terminó el anterior.
- La extensión total del artículo tendrá un máximo de 17 páginas, a doble espacio.
- Las tablas deben enviarse en formato digital, una tabla por página.
- Las figuras deben enviarse en formato digital, con la mayor resolución posible y en un formato jpg. Una figura por cada página.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de figuras o 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.
- 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.
- Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por el título. El número de página se ubicará en el ángulo inferior derecho de cada página.
- 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

correo electrónico, solamente la última 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.

Criterios para el diseño, diagramación y maquetación de la Revista Ciencias Espaciales

De la Portada:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 48. Color: blanco.
- Publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales FACES.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Número, Volumen, Año, Temporada.
- ISSN: 2225 – 5249
- Tipo: Arial Narrow. Tamaño: 14. Color: blanco.

Imágenes y logos:

- Logo de la UNAH
- Imagen alusiva al contenido

Color de fondo:

- Revista Ciencias Espaciales de Astronomía y Astrofísica: Azul espacio. R:42, G:75, B:106.
- Revista Ciencias Espaciales de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural: Rojoadrillo. R:130, G:47, B:44.

- Revista Ciencias Espaciales de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica: Verde Tierra. R:0, G:124, B:103.
- Revista Ciencias Aeronáuticas: Azul cielo. R:160, G:199, B:230.

Dimensiones:

- 23.4 x 16 cm. Grosor varía.

Del Lomo:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 12, Color: Blanco.
- Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.

De la contraportada:

Imágenes y logos:

- UNAH.
- Facultad de Ciencias Espaciales.

Del interior de la Revista:

Texto:

- Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.
- Espaciado: Anterior 0 puntos. Posterior 10 puntos. Interlineado: mínimo.
- Márgenes: superior: 0.8 pulgadas, izquierdo: 0.8 pulgadas, inferior: 1 pulgada, derecho: 0.5 pulgadas.
- Figuras: Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.

Las páginas de la derecha deben llevar:

- En la parte superior el nombre del artículo.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.

Las páginas de la izquierda deben llevar:

- En la parte superior: Revista Ciencias Espaciales, Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.