

SEMILLERO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS ESPACIALES

SICE

INFORME DE INVESTIGACIÓN

***“VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL
DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO, 2006-2017”***

AUTOR

ERQUINIO ALBERTO TABORDA MARTINEZ

COAUTORES

Daniela Corpas Peñuela
Jesús Eduardo Taborda
Johan Alberto Taborda
Luis Padilla Castro.
Alexandra Damian.

BARRANQUILLA / COLOMBIA 2018.

SIMPOSIO VIRTUAL DE CIENCIA

PROGRAMA GLOBE, NASA

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1	IMPACTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO EN COLOMBIA.....	5
2.2	IMPACTOS DEL FENÓMENO DE LA NIÑA EN COLOMBIA.....	6
2.3	EFFECTOS DEL NIÑO 2009 – 2010 EN COLOMBIA.....	7
2.4	ACCIONES PARA PREVENIR O MITIGAR LOS EFECTOS DE DICHS FENOMENOS EN COLOMBIA.....	7
3.	METODOLOGÍA... ..	8
4.	RESULTADOS.....	10
5.	CONCLUSIONES.....	15
5.1	MODELO MATEMATICO PARA PREDICCIONES DE TEMPERATURA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA EN HORAS DE LA MAÑANA.....	15
6.	TRABAJOS FUTUROS.....	18
7.	REFERENCIAS	19
8.	ANEXOS.....	20

1. INTRODUCCIÓN

La Astronomía es la ciencia que tiene por objeto el estudio del Universo, su evolución, características y origen, para efectuar este estudio se ha dividido en diversas especialidades tales como la Astrofísica planetaria, que estudia las condiciones de los planetas y descubre nuevos en otros sistemas extrasolares, la Astrofísica estelar se encarga de estudiar las estrellas, su estructura y evolución, entre otras especialidades que alimentan las investigaciones en este campo de la ciencia. El presente trabajo desarrolla un estudio de la variación de la temperatura en los últimos 10 años, datos que son extraídos desde la base de datos del proyecto CERES-SCOOL de la NASA, hoy en día enlazado con el programa Globe, que intenta buscar respuestas a la presencia de fenómenos naturales relacionados con las nubes y el sistema de energía radiante terrestre, que ha detectado variaciones en la superficie terrestre, como el incremento de $0,55^{\circ}\text{C}$, en el Año 2011. Estos efectos son asociados frecuentemente a conductas humanas que deterioran los recursos naturales afectando el equilibrio ecológico, se tiene por hipótesis en estas investigaciones, que las fluctuaciones de temperatura de los océanos posiblemente provoca cambios climáticos muy fuertes como son: El fenómeno del Niño y la Niña que se originan en el océano pacífico.

A pesar de que esto es una realidad que toca a todos los habitantes, es necesario que los jóvenes estudiantes indaguen el tema, se apropien de la situación e intenten plantear soluciones desde sus capacidades a través de este trabajo que mediante un análisis estadístico desde su base de datos que inicio en 2006 y se mantiene vigente hasta la fecha, se registrará información concerniente a la cobertura y tipos de nubes, temperatura, humedad relativa, características que determinan el clima en la región y así crear un modelo matemático que nos permita predecir los cambios venideros para así estar preparados ante una eventual arremetida de la naturaleza, utilizaremos tablas de frecuencias y gráficos que permiten conocer la relación de factores que determinan el cambio climático, se espera hallar una relación entre la variación de la temperatura durante un periodo de tiempo y contrastar estos datos con otras investigaciones realizadas por autores especializados en el tema.

2. ESTADO DEL ARTE

El fenómeno El Niño ocurre cuando los vientos alisios se debilitan y desde Indonesia y Australia llegan a Suramérica las aguas cálidas del Pacífico y desplazan las aguas frías de la corriente de Humboldt.

El fenómeno La Niña ocurre cuando los vientos alisios se intensifican y quedan en la superficie las aguas profundas más frías del Pacífico ecuatorial y disminuye la temperatura superficial del mar.

Fuente:

(http://www.comunidadandina.org/public/Atlas_13_El_Nino_y_La_Nina.pdf).

Estos conceptos de los fenómenos del Niño y la Niña corresponden a situaciones climáticas que afectan principalmente al Norte de Colombia, En Colombia se evidencian más claramente los impactos de La Niña, debido al ostensible incremento de desastres por fenómenos hidrometeorológicos, especialmente inundaciones y deslizamientos.

	Millions of current dollars	
Country	1982 – 1983	1997 - 1998
Bolivia	1 372	527
Colombia	Nd	564
Ecuador	1 051	2 882
Perú	3 283	3 500
Total	5 706	7 473

Tabla Nº 1: Pérdidas por países que son afectados por los fenómenos del Niño y la Niña (fuente: CAF 2000)

Podemos observar como países del área andina se afectan económicamente en este periodo de años, sin tener en cuenta los datos que desde 1998 hasta la fecha se relacionen. Estas afectaciones económicas golpean a los sectores productivos del país y se evidencia en pérdidas de tierra y especies que después requieren de fuertes inversiones y tiempo para recuperarse, para tener en cuenta un ejemplo, desde las inundaciones de 2010, todavía existen zonas del sur del Atlántico donde continúan afectados con vivienda y terrenos de producción agroindustrial que tiene esta región sumida en la pobreza.

2.1 IMPACTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO EN COLOMBIA

El fenómeno El Niño se manifiesta directamente en la costa Pacífica colombiana con incrementos de la temperatura superficial del mar y aumentos del nivel medio del mar.

Los cambios en el régimen de lluvias y en el de evaporación, relacionados con los fenómenos El Niño, hasta ahora registrados, han traído como consecuencia alteraciones en los procesos naturales que conforman el ciclo hidrológico y han afectado la dinámica y la distribución, en el espacio y en el tiempo, de la oferta hídrica en las diferentes regiones del país, tanto en términos de cantidad, como de calidad.

Por la disminución considerable en algunas zonas y por exceso de lluvia en otras, se ha visto afectada la disponibilidad normal del agua que es retenida por la vegetación, la que se evapora desde las diferentes superficies, la que se infiltra para alimentar el subsuelo y los almacenamientos subterráneos y, por consiguiente, los caudales de las diferentes corrientes y cuerpos de agua que surten la demanda en el territorio colombiano.

En efecto, la disminución de esta oferta hídrica en términos de precipitación ha afectado en forma importante la agricultura tradicional. El déficit en los rendimientos hídricos ha alcanzado en muchas regiones del territorio nacional porcentajes mayores del 30%, donde normalmente este recurso es escaso. Esto ha afectado principalmente los abastecimientos de agua potable, la generación hidroeléctrica, los sistemas de riego para la agricultura y la navegación, entre otros. Estas reducciones considerables han generado mayor competencia por el abastecimiento de agua para los diferentes usos.

El volumen de carga transportada se ha visto seriamente afectado por el fenómeno El Niño, especialmente en el Río Magdalena que atraviesa buena parte del área impactada directamente por el mismo. Como los niveles y caudales que determinan las condiciones de navegabilidad se afectan con algún retraso con respecto a las alteraciones pluviométricas, la disminución en la navegación se mantiene por algún tiempo adicional a la terminación del fenómeno El Niño.

En algunos eventos de El Niño, el sector hidroenergético, se ha visto afectado, debido a la reducción de la oferta de energía eléctrica que causó los apagones y un racionamiento severo durante más de un año.

El fenómeno El Niño, debido a las alteraciones en las lluvias y en la oferta del recurso hídrico, produce impactos socioeconómicos negativos que pueden resultar dramáticos para algunas regiones y sectores económicos.

En el caso de reducciones importantes en las precipitaciones durante períodos considerables, como las ocasionadas por El Niño, los análisis realizados confirman tendencias a disminuciones en la productividad agropecuaria, especialmente en los años en que se presenta el fenómeno. Cuando el fenómeno cubre períodos de dos años calendario consecutivos se ha comprobado que el impacto negativo sobre los rendimientos agrícolas es mayor en el segundo año, en el cual se registra una presión hacia abajo en los rendimientos de los 17 principales cultivos del país, excluyendo el café, en un promedio de 5% atribuible a cada evento. El impacto es ligeramente mayor en los cultivos permanentes (5,5%), que en los transitorios (4,4%).

En el caso del principal producto agrícola del país, el café, un estudio reciente realizado por CENICAFE concluyó que el fenómeno El Niño, históricamente, no ha afectado la producción cafetera de una forma significativa. Pese a ello, el mismo estudio advierte que algunos sectores bajos de las zonas cafeteras presentan deficiencias hídricas importantes que hacen vulnerables los rendimientos productivos en presencia del fenómeno.

2.2 IMPACTOS DEL FENÓMENO DE LA NIÑA EN COLOMBIA

Las alteraciones en el patrón pluviométrico de Colombia a causa del fenómeno de La Niña, ocasionan excedentes de precipitación (entre 20 y 40% de los valores normales) que se registran en forma muy localizada en áreas del nororiente, centro y sur de la región Andina y el nororiente de la región Caribe. Núcleos muy puntuales de excedentes severos (mayores del 40%) se registran en la Guajira, norte de Magdalena, los Santanderes, Cundinamarca y un sector fronterizo entre Tolima y Valle.

2.3 EFECTOS DEL NIÑO 2009 – 2010 EN COLOMBIA

En Colombia, después de una irrupción de La Niña, fase fría de ENOS, en 2007-2008, que dejó 120.000 damnificados por aguaceros e inundaciones, en el año 2009 El Niño ha disminuido el caudal de ríos, causado una ola de calor y alentado incendios de vegetación.

Los incendios forestales en Colombia alcanzan incluso los páramos andinos, por tener una vegetación más rica en pajonales que se resecan con la falta de agua. Siete mil incendios forestales, la reducción del 7 por ciento en la producción agrícola, una disminución del 30 por ciento en la oferta de leche, alrededor de 500.000 hectáreas de pastos secos, unos 300 ríos y quebradas secos y un país al borde del racionamiento eléctrico es el balance, en Colombia, de las consecuencias de El Niño

2.4 ACCIONES PARA PREVENIR O MITIGAR LOS EFECTOS DE DICHSO EVENTOS EN COLOMBIA

Se han desarrollado planes de adaptación para mitigar los impactos, en el sector de generación hidroeléctrica, como consecuencia de la experiencia adquirida en eventos previos, estrategia eficiente de comunicación de la información climática entre el IDEAM y los diferentes sectores socioeconómicos, además dicho instituto cuenta con la colaboración de Instituciones académicas y de investigación. Colombia mantiene una cercana interacción con organizaciones internacionales, lo que le permite mejorar su capacidad para producir mejores predicciones climáticas. (Fuente: ANÁLISIS DE IMPACTOS HIDROLÓGICOS DEL "EL NIÑO" - COMPILACIÓN, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN. GTHRH-ponente: Olga Umpiérrez)

3. METODOLOGÍA

Realizar un estudio estadístico de las condiciones atmosféricas (tipo de nube presente, humedad, temperatura, presión barométrica) presentes en el departamento del Atlántico, utilizando la base de datos del proyecto CERES-SCOOOL de la NASA, hoy programa Globe, para realizar estas actividades se utiliza la base de datos adjunta en la página web de Globe/ NASA en formato Excel, luego se procede a filtrar la inmensa información que hay contenida en este archivo y mediante una tabla de frecuencias, histogramas y demás gráficos estadísticos determinar la medidas de tendencia central que posibiliten encontrar coincidencias o discrepancias con los eventos ocurridos en años anteriores y poder correlacionar estas informaciones y así crear un primer informe estadístico de la situación en departamento del Atlántico.

Construir un modelo matemático que describa el estado del tiempo en los últimos 10 años en el departamento del Atlántico a partir de observaciones atmosféricas registradas en la base de datos de la NASA, este modelo puede ser establecido de acuerdo con la estadística arrojada en la etapa anterior y con ayuda de ecuaciones diferenciales.

Los investigadores obtienen los horarios de sobrevuelo del satélite a través de una hoja de cálculo determinan a qué horas exactamente el satélite sobrevuela la región y así se puede hacer la observación en tierra en el mismo momento en que el satélite hace lo mismo, luego de establecer el horario se procede a observar y reportar nubes con un margen de 15 minutos del paso del satélite, al final se procede a comparar y clasificar la concordancia entre las observaciones desde tierra y desde el satélite, utilizando la página web: <http://science-edu.larc.nasa.gov/SCOOOL/index-sp.php>, importando esta información a un formato de Excel para su posterior análisis. Igualmente tomamos los datos obtenidos en el programa Globe Observer a través de la página <https://www.globe.gov>

Estas observaciones son registradas por estudiantes en horas de la mañana, inicialmente a lo largo de ocho años de trabajo constante donde los datos son registrados con ayuda de una tabla de observación de nubes, formato que evidencia cuales son las nubes presentes en un día, su cobertura, temperatura y humedad relativa

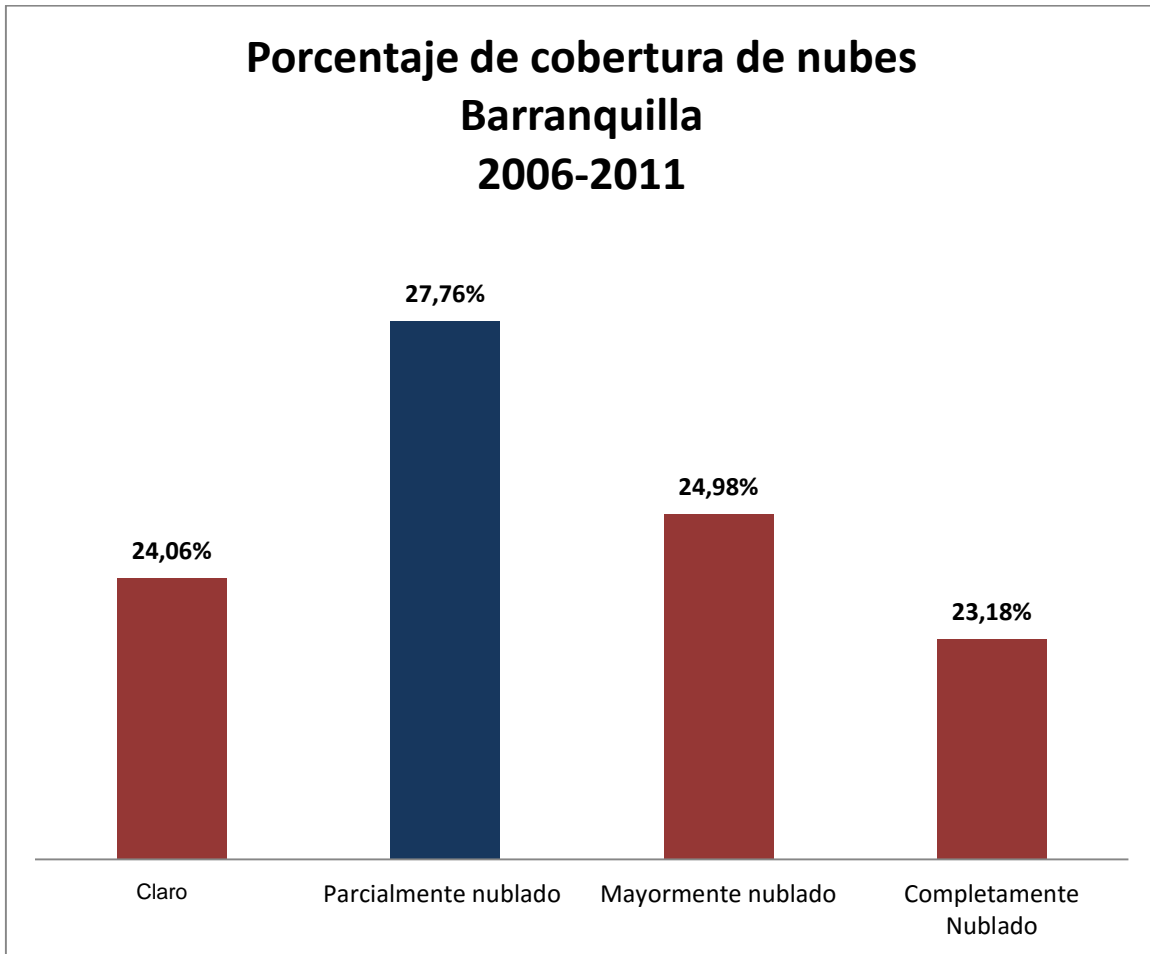
Como el propósito es analizar una gran cantidad de datos que concuerden, ésta es la opción que se ha tomado. Para descargar estos archivos, Una vez obtenido el archivo en la computadora, se utiliza Excel (o aplicación similar) se abre el archivo desde el programa.

Al hacer estas indicaciones es posible obtener las tablas de observaciones listas para su análisis estadístico, tal como aparece en el resumen de observaciones en la siguiente tabla de datos:

Year	TRMM	Terra	Aqua	Both Terra and Aqua
1998	39 rows; 12 kb			
1999	129 rows; 32 kb			
2000	87 rows; 20 kb	1266 rows; 276 kb		
2001	40 rows; 12 kb	2835 rows; 616 kb		
2002		3511 rows; 760 kb	525 rows; 120 kb	
2003		3190 rows; 684 kb	1569 rows; 344 kb	
2004		3814 rows; 828 kb	1887 rows; 416 kb	
2005		4873 rows; 1.1 MB	1982 rows; 440 kb	
2006		4479 rows; 992 kb	2376 rows; 532 kb	
2007		3619 rows; 808 kb	2210 rows; 500 kb	
2008		2736 rows; 620 kb	2102 rows; 476 kb	
2009		2225 rows; 608 kb	1823 rows; 520 kb	
2010		Actualizado a diario	Actualizado a diario	

**Tabla Nº 2 datos de observaciones de nubes en formato Excel.
Base de datos de CERES-SCOOL.
<http://scool.larc.nasa.gov>**

4. RESULTADOS

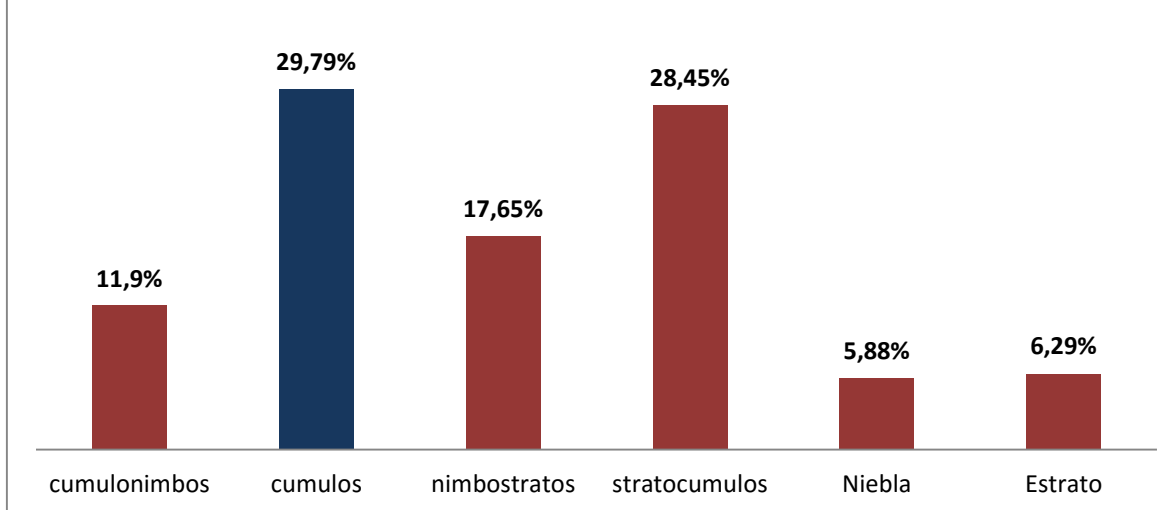


Análisis: la cantidad de cubierta de nubes se determina estimando el porcentaje de nubes que cubren el cielo, esta escala se determina de la siguiente manera:

1. Claro: significa una cobertura de 0 a 5% de nubes presentes en el cielo.
2. Parcialmente nublado: 5 al 50% de nubes presentes en el cielo.
3. Mayormente nublado: 50 al 95% de nubes presentes en el cielo.
4. Completamente nublado: 95 al 100% de nubes presentes en el cielo.

Al registrar las observaciones de los años 2006-2011 en horas de la mañana, se concluye que predomina el cielo parcialmente nublado o sea un cielo cubierto de 5 al 50%, con un 27.76% de las observaciones registradas en seis años de trabajo continuo, esta información nos indica que no existe un valor muy alto de nubes lo que está relacionado con lluvias moderadas.

Porcentaje de tipos de nubes presentes en Barranquilla 2006-2011



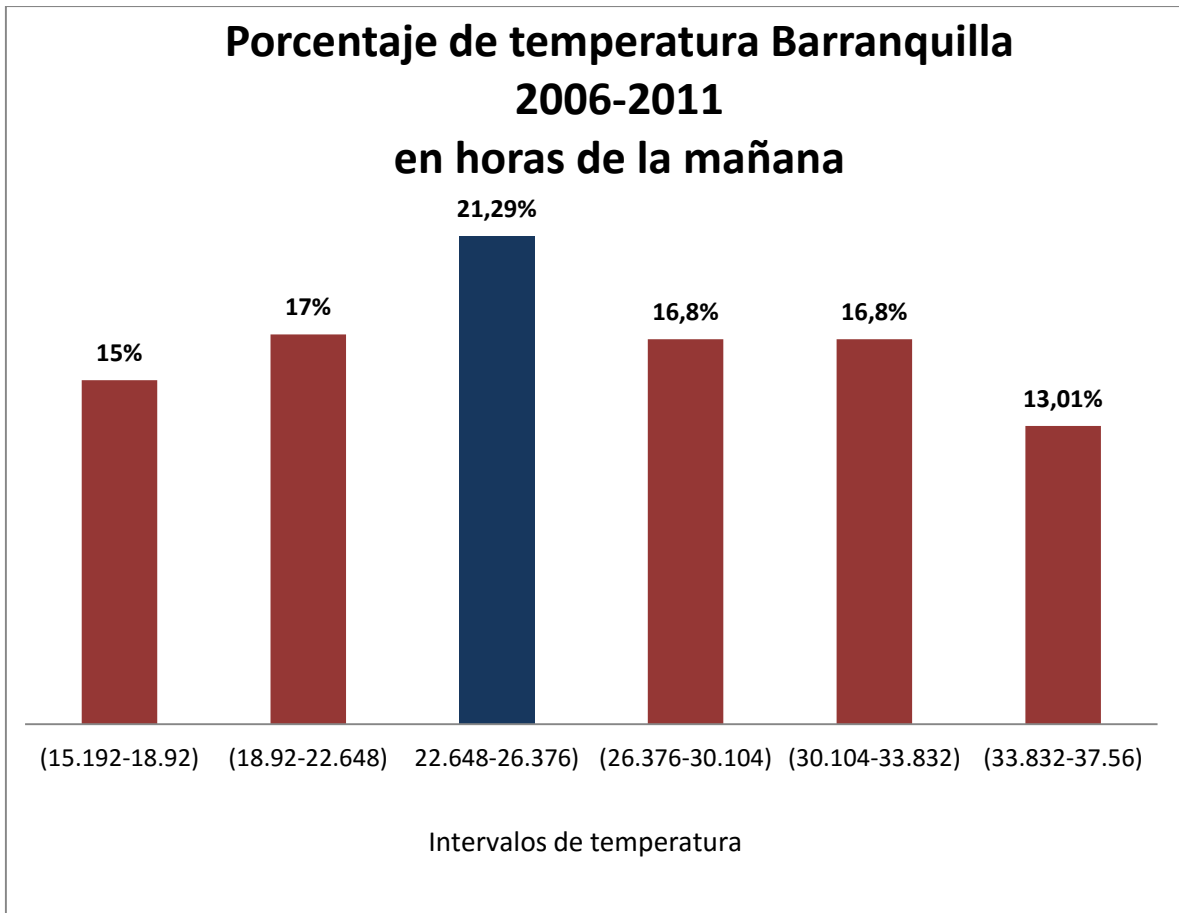
Análisis:

La troposfera es la parte inferior de la atmósfera (de 0 hasta aproximadamente 12 kilómetros), en donde se desarrollan el clima y la vida. Contiene tres cuartas partes de la masa de la atmósfera y alrededor de 99 por ciento del agua atmosférica; su profundidad varía con la latitud y la estación del año. La energía solar no calienta sensiblemente a esta capa, por lo que su calentamiento se debe a la radiación que viene de la superficie terrestre. Su temperatura, por tanto, disminuye con la altura (aproximadamente 6.5 grados centígrados cada kilómetro), lo cual da origen a una estructura térmica que provoca movimientos verticales (convectivos) de corrientes de aire que favorecen la mezcla atmosférica, transportan el agua y pueden extenderse hasta el inicio de la estratosfera.

Nuestro clima, en última instancia, es resultado de un equilibrio constantemente reajustado entre el agua, la atmósfera, la energía solar y la terrestre. El ciclo del agua es central en este equilibrio y representa el movimiento más grande de una sustancia química en la superficie de la Tierra. Sus mecanismos básicos son bien conocidos, sobre todo los que se llevan a cabo en océanos y continentes; sin embargo, hay aún muchos detalles que son todavía motivo de mucha investigación en la fase de vapor de agua y nubes. Los principales procesos involucrados en el movimiento del agua entre los distintos depósitos son evaporación, condensación, transporte, precipitación, escorrentía (escurrimiento de agua por la superficie del terreno), infiltración y transpiración.

Dentro de este conglomerado de procesos en el movimiento del agua estudiamos las precipitaciones y su relación con el tipo de nube presente en un determinado tiempo, esta grafica relaciona la mayor cantidad de observaciones relacionadas con el tipo de nube que más predomina en la ciudad de Barranquilla entre los años 2006-2011 durante las horas de la Mañana, los resultados arrojan que los *cúmulos* con un 29,79% y los *estratocúmulos* con un 28,45% lideran el porcentaje de nubes que tienen mayor presencia en este periodo de años.

Al hacer un estudio más detallado de estos tipos de nubes presentes tenemos que El cúmulo es una masa nubosa blanca. Los más pequeños se asocian con buen tiempo. Los grandes se ven con una base plana y superficie muy abultada. Tienen un blanco puro por el lado iluminado por el sol, pero en los laterales y base son de gris oscuro. Bajo ciertas condiciones, estas masas individuales crecen desmesuradamente formando los cumulonimbos, que es la nube típica de tormenta que originan muchas lluvias, fuertes vientos y grandes descargas eléctricas.



Análisis:

La mitad de la energía solar recibida anualmente en la superficie terrestre se utiliza para evaporar agua de los continentes y océanos. La evaporación ocurre cuando las moléculas en un líquido adquieren suficiente energía cinética (de movimiento) para escapar de la fase líquida y pasar a la fase gaseosa, superando la tensión superficial y la cohesión en la superficie del agua líquida. La ruptura de los enlaces de hidrógeno que mantienen unidas a las moléculas de agua en fase líquida requiere energía, por lo que el proceso se realiza más rápidamente mientras mayor sea la temperatura. A bajas temperaturas la evaporación es más lenta. Básicamente es el mismo proceso para la transpiración, sólo que ésta ocurre en la superficie del suelo y en organismos.

Cuando el vapor que entra en la atmósfera alcanza el punto de saturación del aire (es decir, cuando éste contiene todo el vapor de agua que le es posible contener a esa temperatura), las moléculas excedentes se condensan formando gotas o cristales de hielo. La evaporación y la condensación son procesos continuos que generan y redistribuyen calor, transportándolo y transformándose todo el tiempo

entre vapor, líquido y cristales de hielo, dependiendo de la temperatura y presión del aire.

Mientras mayor sea la temperatura del aire, podrá contener más vapor de agua. De ahí que el concepto de humedad relativa sirva para indicar, en porcentaje, la cantidad de vapor de agua que contiene una porción de aire, en relación con la que puede contener dada su temperatura. Una humedad relativa de 100 por ciento indica que esa porción de aire no puede contener más vapor. Si la temperatura del aire baja, disminuye la cantidad de vapor que puede contener y todo el exceso se condensará. Si la temperatura del aire saturado aumenta, aumentará su capacidad de contener vapor de agua y disminuirá la humedad relativa.

Por estas razones la temperatura es un indicador importante para el clima en Barranquilla y el departamento del Atlántico, las observaciones en las horas de la mañana, obtenemos que el rango de temperatura que más prevalece en el periodo de seis años es el correspondiente a (22,6 a 26.3) °C, cuyo promedio que tendremos en cuenta para desarrollar el modelo matemático será de 24°C estas observaciones fueron registradas en horas de la mañana en correspondencia al satélite Terra del programa CERES-SOOL.

Llama la atención los resultados iguales en los porcentajes obtenidos en el rango correspondiente a (26.3 a 30.1) °C con el rango (30.1 a 33,8) °C. Con un 16.8% respectivamente. Esto demuestra la variabilidad en la temperatura de la ciudad en este periodo de años.

5. CONCLUSIONES

MODELO MATEMATICO PARA PREDICCIONES DE TEMPERATURA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO Y LA CIUDAD DE BARRANQUILLA EN HORAS DE LA MAÑANA. 9.30 AM.

SUPOSICIONES INICIALES DEL MODELO

Usando este simple modelo se puede ver como la temperatura del departamento del Atlántico y la ciudad de Barranquilla en horas de la mañana, podrá cambiar si la cantidad de energía neta ingresante cambia. El modelo está basado en 2 suposiciones:

El Promedio de radiación ingresante es 364 Joules por metro cuadrado por segundo = $364 \text{ JM}^{-2}\text{S}^{-1}$.

La razón de radiación saliente depende solo de la temperatura de Barranquilla, y está dada por la Ley de Stefan-Boltzmann.

$$\text{Razón de radiación saliente} = \sigma T^4 = 5.67 \times 10^{-8} \text{ JS}^{-1} \text{ M}^{-2}\text{K}^{-4}$$

Pregunta Problematizadora

1. ¿Qué puede alterar la razón a la que la energía llega a Tierra?

CALENTAMIENTO

El cambio en la temperatura de la Tierra depende de la diferencia entre la razón a la cual la radiación arriba y la razón que sale. También depende de la capacidad calorífica de la Tierra (cuan fácilmente la Ciudad de Barranquilla se calienta).

La capacidad calorífica de la Tierra es = $4 \times 10^8 \text{ JK}^{-1}\text{M}^{-2}$ se requiere $4 \times 10^8 \text{ J}$ para elevar la temperatura de 1M^2 a 1°K .

El cambio en la Temperatura de la Tierra en un año está dado por:

Cambio de temperatura = (radiación ingresante – radiación saliente) x tiempo/
Capacidad calorífica

Y la temperatura en el departamento del Atlántico y la ciudad de Barranquilla en horas de la mañana, luego de un periodo de tiempo vendrá dada por: Nueva temperatura = vieja temperatura + cambio de temperatura

De aquí podemos concluir que la ecuación diferencial para nuestro modelo estará representada por:

$$\frac{dT}{dt} = (Ri - Rs) * \frac{t}{Cc}$$

Dónde:

dT/dt: variación o cambio de temperatura Cc: capacidad calorífica t: tiempo

Ri: radiación ingresante

Rs: radiación saliente

Por ende, se calcula la nueva temperatura a través de la siguiente ecuación:

$$Tn = Tv + \frac{dT}{dt}$$

Dónde:

Tv: temperatura vieja

Tn: temperatura nueva

Realizando los cálculos en Excel para determinar la variación o cambios de temperatura en horas de la mañana el periodo de 32 años, tenemos:

Años	Ri-Rs	Cc	t	dT/dt (Ri-Rs)*t/Cc	Tv K	Tv°C K-273,15	Tn K Tv+(dT/dt)	Tn°C K-273,15
2006	0,31214288	40000000	31536000	0,24609345	297,15	24	297,396093	24,2460934
2008	0,31214288	40000000	63072000	0,49218689	297,2	24,05	297,692187	24,5421869
2010	0,31214288	40000000	126144000	0,98437378	297,25	24,1	298,234374	25,0843738
2012	0,31214288	40000000	252288000	1,96874757	297,3	24,15	299,268748	26,1187476
2014	0,31214288	40000000	504576000	3,93749514	297,35	24,2	301,287495	28,1374951
2016	0,31214288	40000000	1009152000	7,87499027	297,4	24,25	305,27499	32,1249903

Tabla Nº 3 resultados del modelo matemático para variaciones de temperatura en el departamento del Atlántico en horas de la mañana.

Dónde:

$R_s - R_i$: Es la diferencia entre la radiación saliente y la radiación ingresante en la ciudad de Barranquilla.

C_c : Capacidad calorífica de la Tierra.

t (seg) : Es el tiempo transcurrido en segundos.

$\frac{dT}{dt}$: es la variación de la temperatura en función del tiempo

$T_v K$: Temperatura vieja en grados Kelvin.

$T_v ^\circ C$: Temperatura vieja en grados centígrados.

$T_n K$: Temperatura nueva en grados Kelvin.

$T_n ^\circ C$: Temperatura nueva en grados centígrados.

De esta manera utilizando el rango que obtuvo mayor porcentaje de temperatura en horas de la mañana, podemos tomar como temperatura vieja el promedio de este rango $24^\circ C$ y lo reemplazamos en la ecuación para determinar la nueva temperatura para el primer año será de:

$$T_n = 24,246^\circ C$$

En este modelo podemos observar en la quinta columna el aumento proporcional de la variación de temperatura a lo largo de 32 años, lo cual influye según nuestra fórmula para predecir la próxima temperatura en horas de la mañana para el mismo periodo de tiempo, esta información se evidencia en la columna 9 al hacer los cálculos.

Se evidencian aumentos en la temperatura superficial del departamento del Atlántico en horas de la mañana cada 2 años partiendo del 2006 hasta 32 años siguientes.

6. TRABAJOS FUTUROS

Para continuar con estudios futuros se establece la elaboración de un segundo modelo matemático que permita conocer la variabilidad de la temperatura superficial de el departamento del Atlántico y la ciudad de Barranquilla, en horas de la tarde, para lo cual se requiere establecer unas jornadas de observación en horas de la tarde en conjunto con el satélite AQUA (NASA) y de esta manera poder crear una tabla de valores similar que pueda evidenciar estos cambios de temperatura a lo largo de un periodo de años igual a de este estudio.

Los informes obtenidos en este trabajo servirán de base para cotejar las variaciones en diversas horas del día y así tener más completo este análisis.

7. REFERENCIAS

- *Ciencia para no científicos: lo que Einstein desconocía sobre el cambio climático* Yair Alexander Porras Contreras, Ivonne Inés Angarita Gálvez, *Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027-1034. P. p. 103-115.*
- Acevedo, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp. 35-44.
- Acosta, A. y Martínez, E. (Comp.) 2008. *Buen vivir. Una vía para el desarrollo*. Quito: Abya-Yala.
- ANDRADE-C. M.G. 1998. Utilización de las Mariposas como Bioindicadoras del Tipo de Hábitat y su Biodiversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(84): 407-421
- Caamaño, A. (ed.) (1995). La Educación ciencia-tecnología-sociedad. (Monográfico). *Alambique*, 3.
- Cardona, A. 2009. Mapeo Institucional. Actores relacionados con el abordaje del cambio climático en Colombia. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación por países de las Naciones Unidas. PNUD: Bogotá.
- Caride, J. A. y Meira, P. A. 2001. *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel.
- Dent, P and Dalton, G. 2010. Climate Change and Professional Surveying Programmes of Study. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 11 No. 3, 2010 pp. 274-291.
- Fals Borda, O. *Reflexiones sobre la investigación participativa*. CENAPRO. México, 1981.
- García-Canclini, N. 1990. *Culturas Híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*. Ed. Grijalbo, México.
- Análisis de impactos hidrológicos del "el Niño" - compilación, Estudios e investigación. GTHRH-ponente: Olga Umpiérrez NOAA (2009).

8. ANEXOS

TABLA COBERTURA DE NUBES

Cobertura de nubes 2006-2011	fi	%
claro	447	24,06
Parcialmente nublado	531	27,76
Mayormente nublado	468	24,98
Completamente Nublado	427	23,18
Total días registrados	1873	99,98

TABLATIPO DE NUBES

Tipo de nube	Frecuencia	%
cumulonimbos	259	11,9
cúmulos	648	29,79
nimbostratos	384	17,65
estratocúmulos	619	28,45
Niebla	128	5,88
Estrato	137	6,29
Total observaciones	2175	99,96

TABLA TEMPERATURA SUPERFICIAL (EN HORAS DE LA MAÑANA)

Temperatura	F	%
(15.192-18.92)	275	15
(18.92-22.648)	318	17
22.648-26.376)	386	21,29
(26.376-30.104)	299	16,8
(30.104-33.832)	304	16,8
(33.832-37.56)	231	13,01
Total observaciones	1813	99,9