



## **Área de Ciencias Atmosféricas, un proyecto de la Universidad de Guanajuato enfocado al Tiempo y Clima**

*Marcos Irineo Esquivel Longoria<sup>1</sup>, Carlos Alanías Rodríguez Rico<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Área de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, Departamento de Astronomía, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato

<sup>2</sup>Departamento de Astronomía, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato

### **Resumen**

En este artículo se describe a grandes rasgos la evolución que ha sufrido un área creada en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Guanajuato dedicada a estudiar el comportamiento e impactos de variables meteorológicas en el Estado de Guanajuato. Desde su creación, el Área de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato (ACAUG) ha mantenido el objetivo principal de crear conocimiento en materia meteorológica y climatológica para que actores de dependencias gubernamentales, asociaciones civiles y público en general puedan tomar mejores decisiones a la hora de considerar los impactos que un fenómeno meteorológico puede provocar en sus quehaceres cotidianos y proyectos de desarrollo e investigación. La información histórica de las estaciones y radares meteorológicos han sido de suma importancia para el estudio de fenómenos atmosféricos locales, lo cual ha servido de insumo a proyectos estratégicos para varias dependencias gubernamentales, así como para labores de investigación en temas específicos. Hoy en día el ACAUG ofrece productos y servicios a través de contacto directo y por medio de su portal web y página de Facebook.

**Palabras clave:** Radar meteorológico; estación meteorológica; fenómeno meteorológico; ciencias atmosféricas; Estado de Guanajuato.

### **Abstract**

This article is broadly about the evolution through the history of the Astronomy Department of Guanajuato's University, dedicated to the study of the weather's behavior in the state of Guanajuato. Since its beginning The Atmospheric Science Area of the Guanajuato's University (ASAGU) has maintained the main objective to create knowledge of meteorological and weather matter, so the characters who depend of governmental, public



associations, etc. can make better decisions at the time of consideration of impact that a weather event may affect development, investigation and even the day-to-day actions. This historical information that the weather stations and radars have gathered through the years has been very important for the study of meteorological events in the local area, which has also served as inspiration for specific investigation topics. On this very day, the ASAGU can offer products and services through direct contact and by their web site and Facebook page.

**Keywords:** Meteorological radar, weather station, meteorological phenomenon, atmospheric sciences, Guanajuato State.



## **Introducción**

En el segundo semestre del año 2007 inicia operaciones el Centro de Ciencias Atmosféricas (CCAUG) en el seno del Departamento de Astronomía de la Universidad de Guanajuato (DA-UG) creado bajo la premisa de conocer a profundidad el comportamiento atmosférico y los impactos que a través de sus manifestaciones afectan a los sectores productivos y sociales del Estado de Guanajuato. A partir de entonces el CCAUG se instrumentó con equipo de cómputo y aparatos meteorológicos de primer nivel, los cuales fueron adquiridos gracias al apoyo de la en aquel entonces Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado (SDA), quien destinó para la puesta en marcha de este Centro una fuerte cantidad de recurso económico a finales del año 2006. La Universidad de Guanajuato desde entonces ha proporcionado un presupuesto anual y los fondos necesarios para salarios del Coordinador y personal por honorarios, lo cual ha permitido una operación ininterrumpida hasta la fecha. En años recientes el CCAUG se transformó en Área de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato (ACAUG) todavía bajo el cobijo del Departamento de Astronomía de la División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNyE) del Campus Guanajuato. Desde entonces y hasta la

fecha el ACAUG continúa enfocado al estudio del comportamiento de variables meteorológicas que describen el tipo de clima y su evolución en cada región a lo largo y ancho del Estado de Guanajuato, a través del uso de la información que proporcionan las estaciones y radares meteorológicos que administran diversas dependencias gubernamentales y la misma Universidad de Guanajuato.

## **Un reservorio de información para análisis climático**

Los registros de estaciones meteorológicas que se encuentran a lo largo y ancho del Estado de Guanajuato (ver figura 1) se han venido almacenando en una base de datos creada en el gestor de bases de datos relacionales de Oracle llamado MySQL. Con esta información el ACAUG ha analizado el comportamiento a lo largo del tiempo de diversos parámetros y fenómenos meteorológicos, como lo es la lluvia, la temperatura del aire, la humedad relativa del aire, la radiación solar, la velocidad y la dirección del viento, la presión atmosférica, entre otros parámetros, así como los fenómenos de sequía, tormentas y ondas tropicales y el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur. Los resultados de dichos análisis se han aplicado a diversas tareas que obedecen a objetivos de diferentes proyectos que serán descrito a continuación.



## 294 sitios de monitoreo en superficie

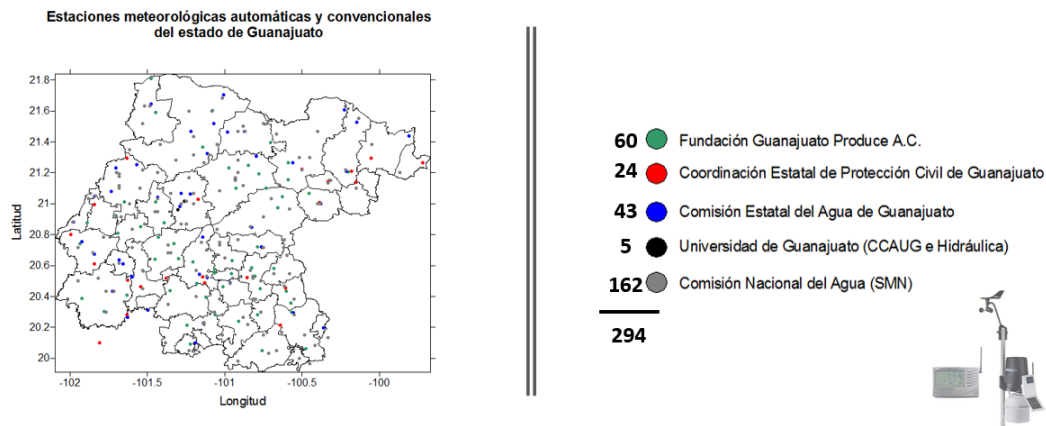


Figura 1. Mapa de localización de estaciones meteorológicas convencionales y automáticas clasificadas por institución.

### Proyectos estratégicos para Gobierno del Estado

Con el concentrado de toda la información climatológica histórica disponible ha sido posible desarrollar varios proyectos que han sido estratégicos para la planeación a corto, mediano y largo plazos de dependencias gubernamentales, como ejemplo se menciona que entre los años 2009 y 2010 el ACAUG realizó el primer “Diagnóstico climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el Estado de Guanajuato”, proyecto encomendado a esta Universidad a solicitud del que fue en aquel entonces Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG), ahora Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento

Territorial (SMAOT). El principal resultado obtenido en dicho proyecto fue que en Guanajuato los fenómenos meteorológicos extremos tienden a ser cada vez más recurrentes e intensos [Gobierno del Estado de Guanajuato, 2011] y que a futuro se mantiene esa tendencia (ver Figura 2). En ese diagnóstico también se llegó a resultados más locales y detallados, por ejemplo, se detectó el grado de vulnerabilidad al cambio climático en la que se encontraban inmersas las diferentes regiones de esta Entidad, así como una perspectiva a futuro basada en escenarios de cambio climático creados a través de un modelo de dinámica de sistemas llamado MAUA (Modelo de Abasto y Uso de Agua) [Huerta y Col, 2011]. Un análisis de tendencias



climáticas para décadas posteriores fue otro de los resultados obtenidos, para ello se utilizaron datos meteorológicos en superficie de la base de datos antes mencionada. Es importante señalar que este diagnóstico fue utilizado como base para poder definir estrategias y acciones

encaminadas a resolver situaciones a futuro no deseadas relacionadas con el cambio climático y su impacto en diferentes sectores, entre ellos el ambiental, hidráulico, protección civil, agrícola y económico, principalmente.

## Impacto del Cambio climático

1. Lluvias abundantes en periodos cortos de tiempo.
2. Lluvias escasas en periodos largos de tiempo.
3. Mayor cantidad de días con heladas.
4. Mayor cantidad de días con olas de calor.

años 1950..... 2011..... 2020..... 2030..... 2050...

Figura 2. Resultado general obtenido en el proyecto “Diagnóstico climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el Estado de Guanajuato” que fue desarrollado para el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG).

### **Resolviendo problemas de abastecimiento de agua en comunidades rurales**

Otro proyecto que realizó el ACAUG entre los años 2012 y 2013 con fondos económicos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) bajo la supervisión del Instituto Nacional de Ecología (ahora Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) consistió en implementar sistemas de captación de

agua de lluvia para beneficiar a pobladores de la comunidad rural Presa del Gato, localizada dentro del municipio de Dr. Mora, Gto., proyecto basado en el esquema de captación de agua de lluvia comúnmente utilizado en otras partes del país, el cual consiste de tres componentes principales; un área de captación, una línea de conducción y un depósito de almacenamiento del agua de lluvia (ver Figura 3). En esa comunidad se había



detectado dentro del Diagnóstico Climatológico antes mencionado, un problema severo de abastecimiento de agua potable para dicha comunidad y sus alrededores [PNUD, 2013], lo cual dio pie a enfocar esfuerzos y recursos para resolver tal situación, fue por ello que el ACAUG se dio a la tarea de diseñar y construir sistemas de captación de agua de lluvia en 50 viviendas y dos techos

comunitarios (ver Figura 4), uno de ellos construido por la UG en una escuela primaria y el otro techo aprovechado para captar el agua de lluvia fue aquel que se encontraba en un área recreativa ubicada en el centro de la comunidad. Con estos sistemas de captación de agua pluvial se obtuvo una capacidad instalada de 90,500 litros para abastecer a poco más de 400 habitantes.



Figura 3. Componentes principales de un sistema de captación de agua de lluvia utilizados en el proyecto realizado por ACAUG en la comunidad Presa del Gato del municipio de Dr. Mora, Gto.





Figura 4. Vista aérea de la comunidad Presa del Gato, municipio de Dr. Mora, Gto., señalando las viviendas en las que se construyeron sistemas de captación de agua de lluvia.

### **Compromiso con el sector hidráulico, el medio ambiente y la seguridad pública**

Por otro lado, el ACAUG desde hace poco más de 10 años lleva a cabo diversas acciones para cumplir con compromisos establecidos en un “Convenio de Colaboración y Coordinación en materia de Sistema de Alerta Hidrometeorológica Temprana (SIAHT-Gto)” junto con la Secretaría de Seguridad Pública, a través de la Coordinación Estatal de Protección Civil (CEPC), y con la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG). En dicho convenio se establecen vínculos de colaboración entre las instancias mencionadas para emprender acciones de cooperación conjunta a fin de desarrollar

herramientas tecnológicas que permitan alertar de manera oportuna amenazas de carácter meteorológico en el Estado de Guanajuato. Uno de los objetivos a corto plazo en los que se encuentra participando el ACAUG y el Departamento de Astronomía es el procesamiento de imágenes de los dos radares meteorológicos que forman parte de los instrumentos de medición adquiridos gracias a dicho convenio, y que se han mantenido en operación continua desde el año 2016 controlados por el personal calificado de la CEPC (ver Figura 5). Por otro lado, y como parte complementaria a los compromisos de ACAUG dentro de dicho Convenio, se realiza una



caracterización climática de los fenómenos meteorológicos extremos que afectan a la Entidad para determinar indicadores de riesgo que serán utilizados para fines de alertamiento. Cabe señalar

que en ambas metas se encuentran participando estudiantes de los niveles de licenciatura y posgrado de la Universidad de Guanajuato.

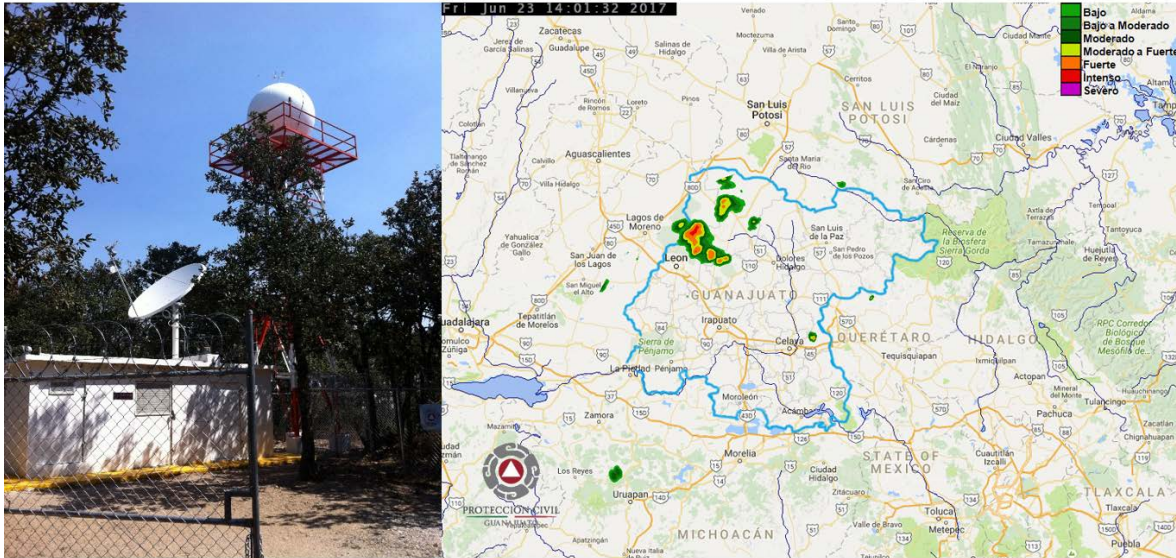


Figura 5. La imagen del lado izquierdo muestra al radar meteorológico instalado en el cerro de Villalpando, en el municipio de Guanajuato, Gto. Del lado derecho un mapa con la lluvia estimada por dicho radar en un día en particular, la escala de colores indica la intensidad de la lluvia.

### Compromiso con el público en general

Además de todo lo anterior, el ACAUG crea de manera cotidiana productos climáticos (pronósticos diarios y a 7 días, análisis con datos de estaciones meteorológicas, imágenes de radar, imágenes de satélite, análisis climatológicos en zonas específicas, entre

otros) que se difunden a través de su portal web ([www.acaug.ugto.mx](http://www.acaug.ugto.mx)) y de su página de Facebook (<https://www.facebook.com/acaugUG>) como parte de su compromiso de ofrecer a la sociedad en general información que le permita tomar mejores decisiones en sus actividades particulares.





Figura 6. Vista de la página principal del portal web del Área de Ciencias Atmosféricas

### **Incursionando en la investigación**

El ACAUG también ha colaborado con investigadores de diversas áreas del conocimiento. En el año 2012 colaboró con un especialista del Departamento de

Oceanografía de la Academia Naval de los Estados Unidos para publicar un artículo relacionado con la variabilidad de la lluvia y temperatura en Guanajuato Capital. Uno de los resultados más sobresalientes fue la tendencia reciente de la temperatura del aire a incrementarse [Barret y Esquivel, 2013]. La Figura 7 da cuenta del incremento en el número de días por mes con temperaturas cada vez más altas en esta zona del Estado de Guanajuato. Otra participación más reciente fue en un proyecto con el cuerpo académico de química y tecnología de silicio del Departamento de Ingeniería

Química de la División de Ciencias Naturales y Exactas y con el área de Ingeniería Ambiental de la División de Ingenierías, ambas del Campus Guanajuato, en donde se coordina con investigadores para analizar la relación que existe entre la concentración en el aire de partículas PM10 de la calle subterránea de la ciudad de Guanajuato y los parámetros meteorológicos que se sabe influyen en la concentración y distribución de dichos contaminantes.

### **Un aporte a la generación de recurso humano calificado**

En materia académica el ACAUG organiza y ofrece un Diplomado en Recursos Hídricos y Cambio Climático (ver Figura 8), en el cual se ha invitado a participar a profesores-investigadores de



la UG y a profesionales de dependencias gubernamentales relacionadas con el tema central, así como a estudiantes de diferentes carreras y público en general interesado en adquirir conocimiento sobre las bases teóricas y fundamentales de los recursos hídricos y del Ciclo Hidrológico, así como de los modelos empleados para la lluvia y el escurrimiento. También en dicho Diplomado se abordan los conceptos base de la climatología, los fenómenos atmosféricos y los modelos con que se cuenta para el conocimiento y predicción de los sistemas climáticos y atmosféricos y se aplican los conocimientos adquiridos para calcular la disponibilidad de agua, radiación solar y otros parámetros asociados al cambio climático, así como sobre las obras hidráulicas utilizadas para contener o mitigar directa o indirectamente

los efectos del Cambio Climático y sobre las acciones clave para reducir y ayudar a revertir sus impactos. El ACAUG actualmente se ubica en las instalaciones del Observatorio Meteorológico de la Universidad de Guanajuato y CONAGUA, en la Ciudad de Guanajuato, Gto. (Figura 9) y se coordina con el personal de dicho Observatorio para realizar actividades en conjunto y poder ofrecer más y mejores servicios a la comunidad en general. Será un gusto recibirte en nuestras instalaciones ubicadas en Plaza Hidalgo No. 1-A, Edificio Prepa Abierta (antes INIFEG), Col. Centro, en la Ciudad de Guanajuato Capital. Nuestro número telefónico es el (473) 7321843. Escríbenos al correo [mi.esquivel@ugto.mx](mailto:mi.esquivel@ugto.mx) y [direcciondaug@ugto.mx](mailto:direcciondaug@ugto.mx) , será un placer atenderte

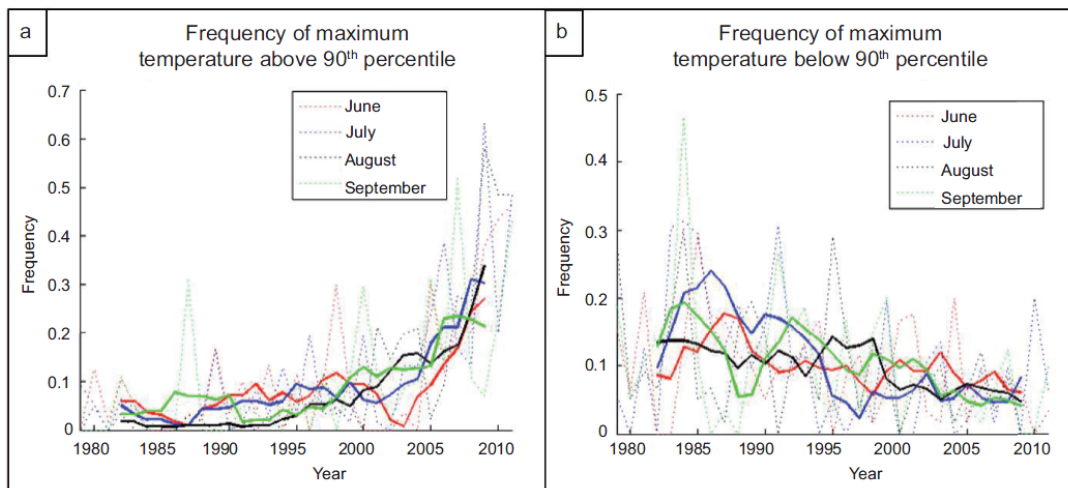


Figura 7. Frecuencia de días por mes del periodo junio a septiembre de los años 1979-2011, con (a) temperaturas máximas arriba del percentil 90, y (b) temperaturas máximas debajo del percentil 10. Las líneas punteadas representan la información de estaciones meteorológicas del sitio en cuestión y las líneas continuas representan el valor promedio móvil de 3 años.



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DIPLOMADO VIRTUAL  
**RECURSOS HÍDRICOS Y CAMBIO CLIMÁTICO**

19 de noviembre de 2021 - 25 de marzo de 2022

El análisis de las variables atmosféricas permite comprender la evolución de clima terrestre a través de los años tanto a nivel global como local. Los resultados a nivel global muestran variaciones significativas que han producido cambios climáticos que afectan directamente al ser humano, en sus actividades económicas y sociales. Con base en los cambios de las tendencias climáticas detectadas, el ser humano ha encontrado que es indispensable realizar un monitoreo constante de los fenómenos atmosféricos y los efectos que estos tienen sobre el clima y los recursos hídricos, ya que representan una necesidad básica para la supervivencia del sistema ecológico en el que estamos inmersos.

**OBJETIVO:**  
Capacitarse y actualizarse en materia de Recursos Hídricos y Cambio Climático, con el fin de conocer y comprender cómo aplicar los conocimientos adquiridos; además de realizar eficientemente sus actividades relacionándolas con proyectos, obras y estudios hídricos y de cambio climático, tanto en el ámbito privado o público.

**Módulos:**  
1) Recursos Hídricos  
2) Cambio Climático  
3) Estudios y Aplicaciones

**Dirigido a:**

- Estudiantes y Académicos
- Personal de dependencias gubernamentales de áreas afines
- Personal de compañías aseguradoras y de empresas del ramo medioambiental, hidráulico y áreas afines
- Descuento para estudiantes y profesores de la UG.

**Costo del Diplomado:**  
\$18,000.00 pesos mexicanos

**Duración:** 150 hrs.

- Se puede cursar por Módulos.

**Inscripciones:**  
Mtra. Karina Pamela Barrientos Saldaña  
de la Dirección de Astronomía  
k.penedab@ugto.mx  
4771739906 ext. 2614 (Se prefiere el  
teléfono, se recomienda escribir a correo  
electrónico)

Portal del Área de Ciencias Atmosféricas  
(www.acaug.ugto.mx)

Horario de atención: Lunes a viernes  
8:00 a 15:00 hrs.

**Sede:**  
Departamento de Astronomía,  
sede Valenciana

Opción de **titulación** para  
estudiantes de cualquier carrera

A través de la plataforma **SUME** de la **UG**  
(<https://ugto.mx/sume>) y **Microsoft Teams**

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO  
Campus Guanajuato

División de Ciencias  
Naturales y Exactas  
Departamento de  
Astronomía

Figura 8. Material de difusión del Diplomado en Recursos Hídricos y Cambio Climático que organiza el Departamento de Astronomía a través del ACAUG.



Figura 9. Vista de la fachada del edificio donde se ubica el ACAUG y el Observatorio Meteorológico.





## Referencias

Barrett B. S. and M. I. Esquivel Longoria, 2013. Variability of precipitation and temperature in Guanajuato, Mexico. *Atmósfera*, 26(4), 521-536.

Gobierno del Estado de Guanajuato (GdG). (2011). Diagnóstico Climatológico y Prospectiva sobre Vulnerabilidad al Cambio Climático en el Estado de Guanajuato.

PNUD (2013), Implementación piloto de cosecha de agua de lluvia en la comunidad El Gato, en Dr. Mora, Guanajuato, México, como medida de adaptación al cambio climático

[https://procurement-notices.undp.org/view\\_notice.cfm?notice\\_id=8571](https://procurement-notices.undp.org/view_notice.cfm?notice_id=8571).

Huerta J., M. Esquivel-Longoria, F. Arellano-Lara, S. Domínguez-Ruiz and F. Rosales-Flores, 2011. A system dynamics approach to examine climate change impacts: the case of the State of Guanajuato, Mexico. *Proceedings of the 29th International Conference of the System Dynamics Society*. Washington, DC, 20 pp.