



# Title: Instrumentación electrónica de una estación meteorológica automática

## Authors: ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y MARTÍNEZ-ÁNGELES, Jorge Rafael

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2020-04  
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 16  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Objetivo

Justificación

Metodología

Resultados

Conclusiones

Referencias

# Introducción

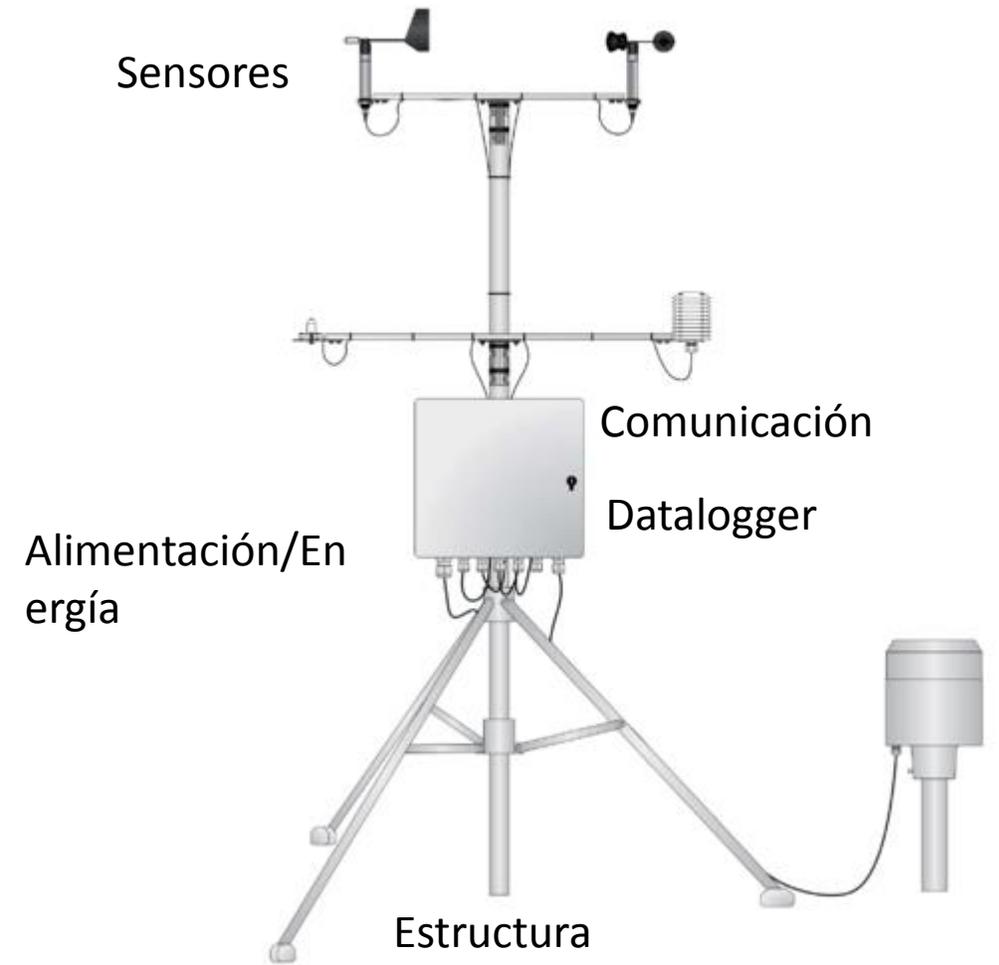
Una Estación Meteorológica Automática (EMA) es un equipo que integra diversos dispositivos con la capacidad de medir y almacenar variables climáticas relevantes a una necesidad determinada.



# Introducción

Variables a medir:

- Temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- Temperatura del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- Humedad relativa del aire (%),
- Humedad relativa del suelo (%),
- Radiación solar global ( $\text{Wm}^2$ ) y
- Velocidad del viento ( $\text{m/s}$ ).



# Objetivo

Desarrollar la instrumentación electrónica de una estación meteorológica automática (EMA) empleando un medio controlador con sensores que miden la temperatura del aire y del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ ), la humedad relativa del aire (%), la radiación solar global ( $\text{Wm}^2$ ) y la velocidad del viento ( $\text{m/s}$ ).

## Objetivos específicos

- 1) Hacer eficiente la adquisición de datos meteorológicos.
- 2) Mejorar la precisión en mediciones de las variables de temperatura del aire y de la masa térmica.
- 3) Validar las mediciones de la EMA denominada *CLIMA* mediante la comparación con estaciones comerciales.

# Justificación

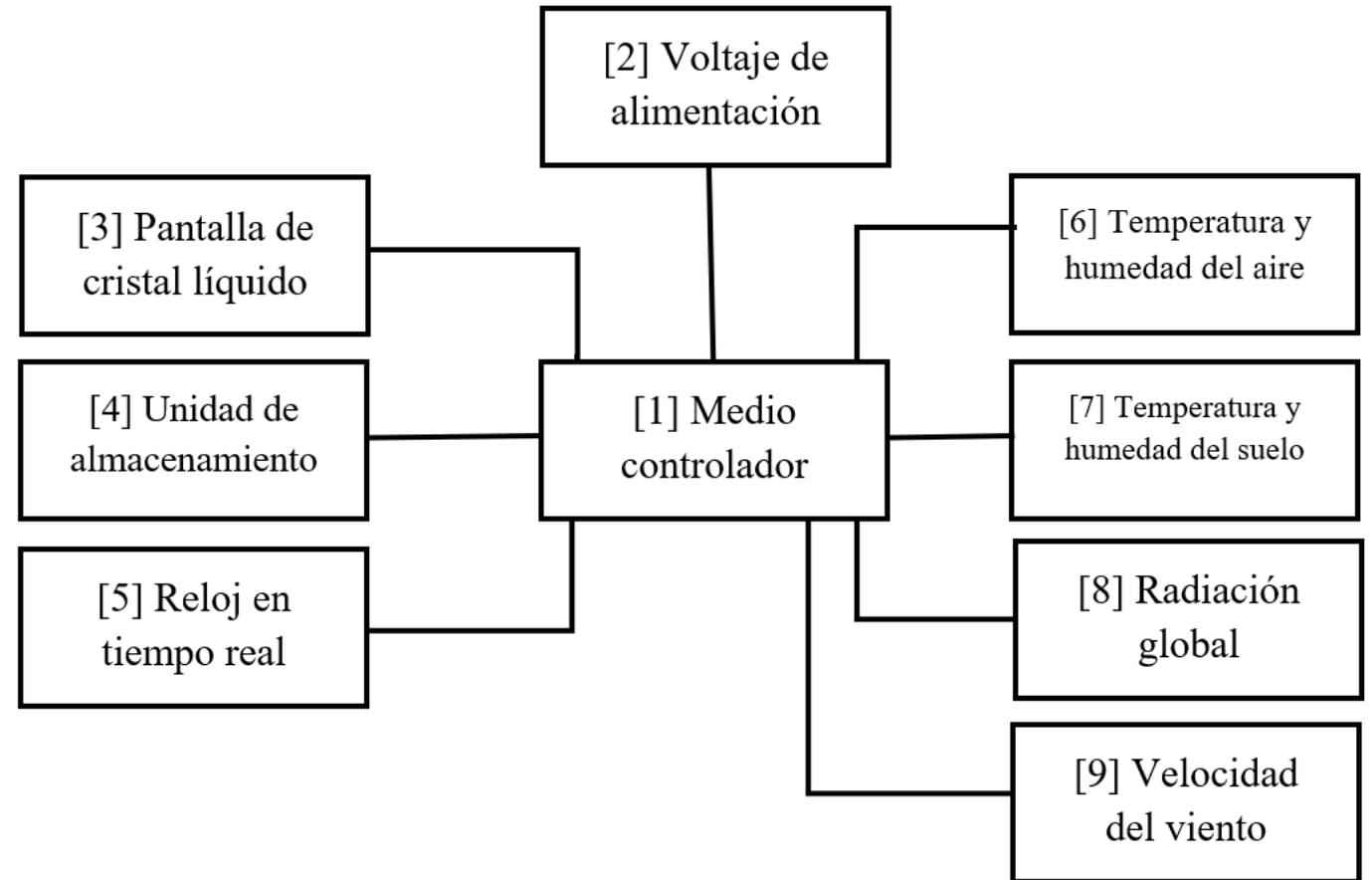
- 1) Desarrollo de tecnología propia para monitoreo meteorológico (EMA) adecuada a las necesidades del usuario.
- 2) Generación de algoritmos orientados a las características de adquisición, almacenamiento y transmisión eficiente de datos meteorológicos.
- 3) A mayor número de sensores se mejora la representatividad y la precisión de las mediciones de las variables deseadas.
- 4) La EMA desarrollada, denominada *CLIMA*, permite adquirir datos meteorológicos de calidad, al comparar desempeños con estaciones comerciales.

# Metodología

- 1.- Se seleccionaron las variables a medir (modelación matemática de cultivo e invernadero) y los sensores correspondientes.
- 2.- Se definieron los dispositivos electrónicos necesarios para la adquisición de datos (datalogger).
- 3.- Se diseñó un algoritmo para la adquisición, almacenamiento y transmisión de datos meteorológicos.
- 4.- Se realizó la toma de datos bajo condiciones a cielo abierto.
- 5.- Se compararon los datos medidos por CLIMA vs 2 estaciones comerciales.
- 6.- Se hizo un estudio estadístico para identificar la precisión de medición.

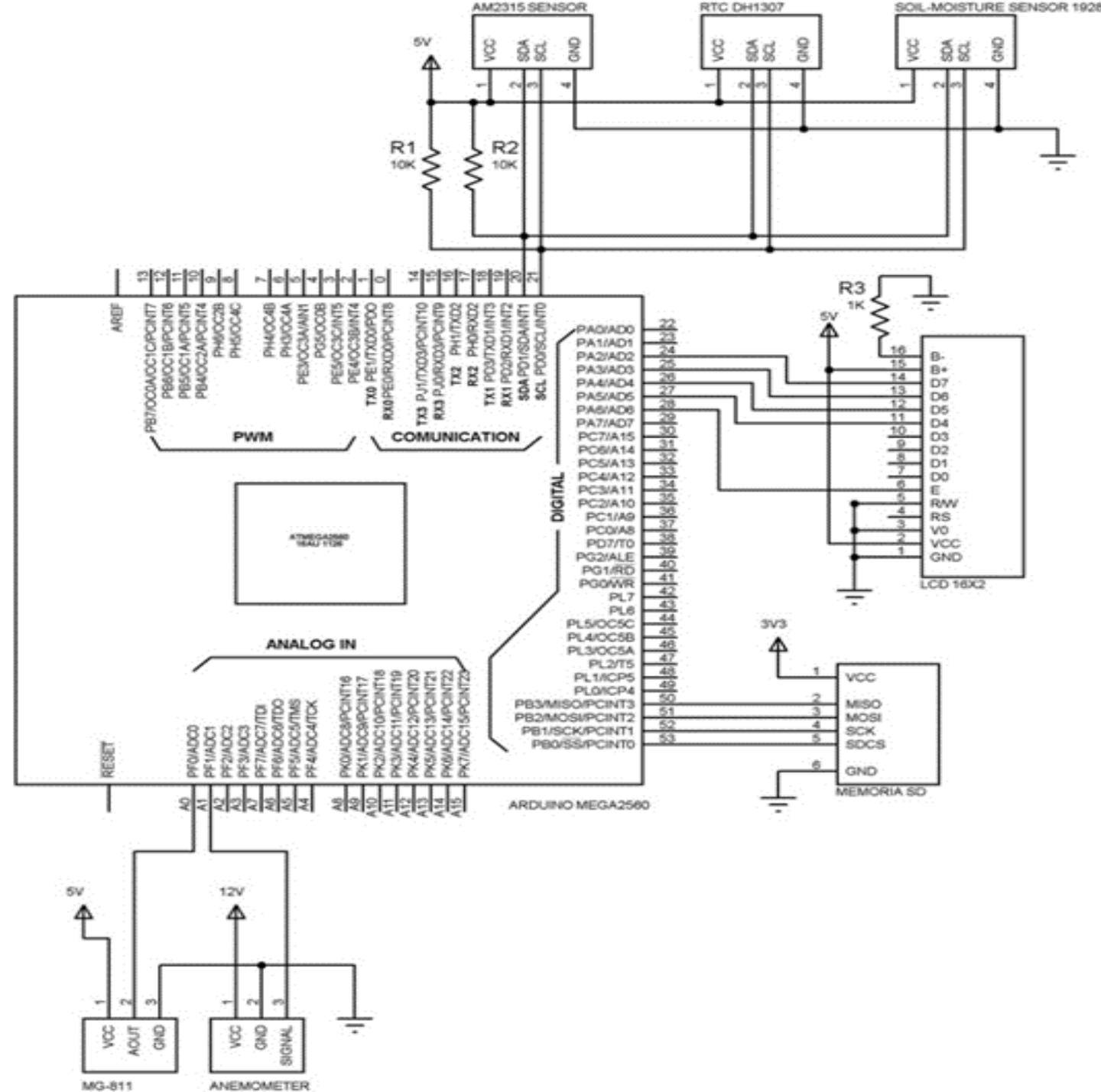
# Metodología

1.- Se seleccionan las variables a medir: Temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), Temperatura del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ ), Humedad relativa del aire (%), Radiación solar global ( $\text{Wm}^2$ ), Velocidad del viento ( $\text{m/s}$ ).



## 2.- Diseño del datalogger.

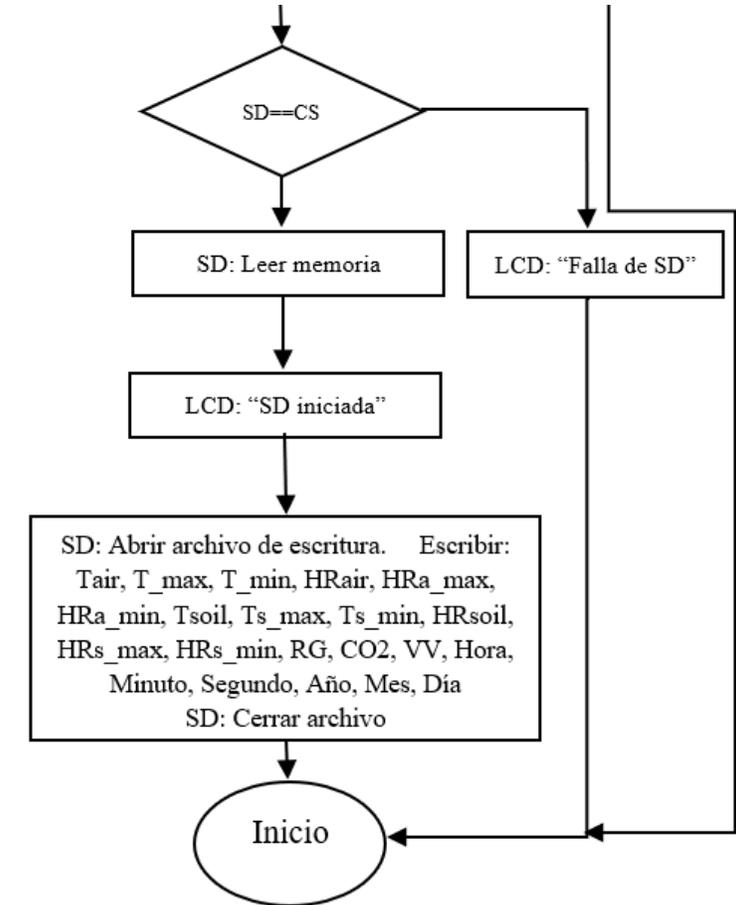
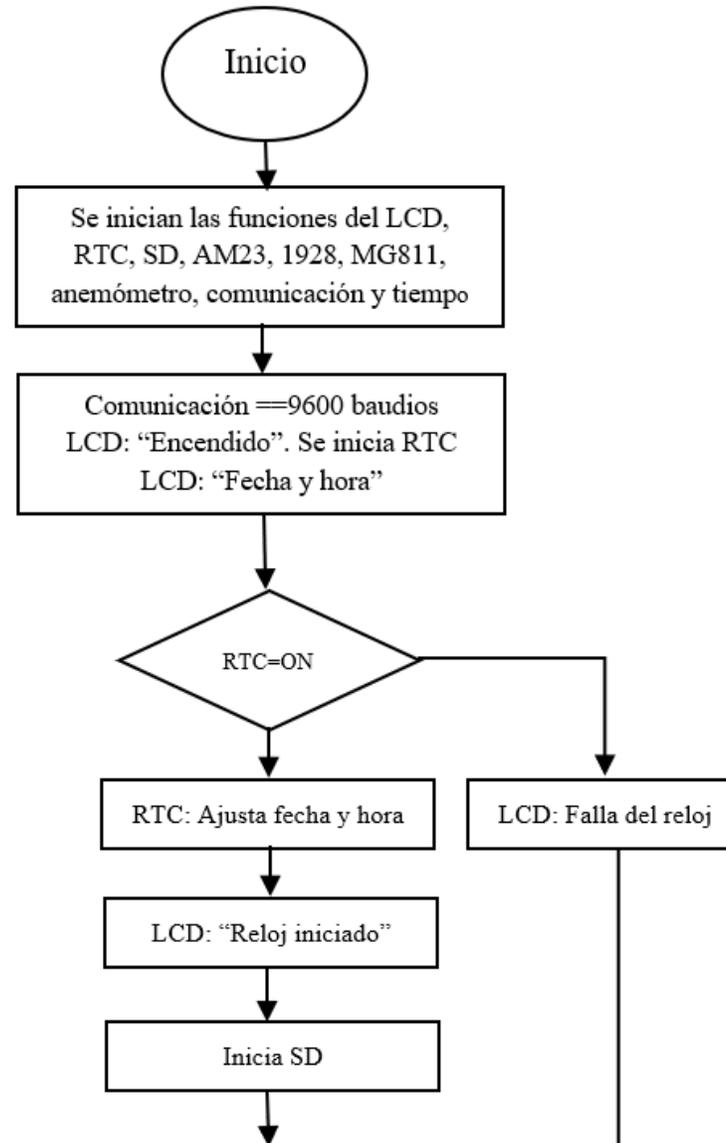
Variable	Sensor	Características
Temperatura y Humedad del aire	AOSONG AM2315	Resolución: 16 bits Histéresis: $\pm 0.1\%$ HR y $\pm 0.2^\circ\text{C}$ Precisión de humedad: $\pm 2\%$ HR a $25^\circ\text{C}$ Precisión de temp: $\pm 0.12^\circ\text{C}$ a $25^\circ\text{C}$ Voltaje de alimentación: DC 3.5 ~ 5.5V
Temperatura y Humedad del suelo	SONBEST SHT10	Rango de temp: $-40 +123.8^\circ\text{C}$ Precisión de temp: $\pm 0.3-0.5^\circ\text{C}$ a $25^\circ\text{C}$ Rango de humedad: 0 – 100% Precisión de humedad: $\pm 1.8-4.5\%$ HR Voltaje de alimentación: DC 3.5 ~ 5V
Radiación Global ( $\text{Wm}^2$ )	KOSMOS SP03670I	Rango: 1-1250w/m <sup>2</sup> +5% Voltaje de Excitación: 3.0 a 5.0 VE Salida del Sensor: 0 a 2.5 V Linear: $\text{W/m}^2 = \text{V} * 500$ Corrimiento: 1% por año incluye: nivel de burbuja Precisión: +/- 5%.
Velocidad de Viento ( $\text{ms}^{-1}$ )	ADAFRUIT 1733	Voltaje de alimentación: DC 12V Salida de voltaje: 0.4 a 2V DC Rango de prueba: 0.5m/s a 50m/s Velocidad de viento inicial: 0.2m/s Resolución: 0.1m/s Precisión: en el peor caso 1m/s Máxima vel. de viento: 70m/s



### 3.- Diseño del algoritmo de adquisición de datos.

Muestran los pasos lógicos de comunicación entre:

- el medio controlador y los dispositivos de la EMA,
- se comienza con la inicialización de los componentes,
- medición del tiempo,
- almacenamiento de información,
- pantalla para desplegar la información y
- se ejecutan las rutinas de medición de cada sensor.



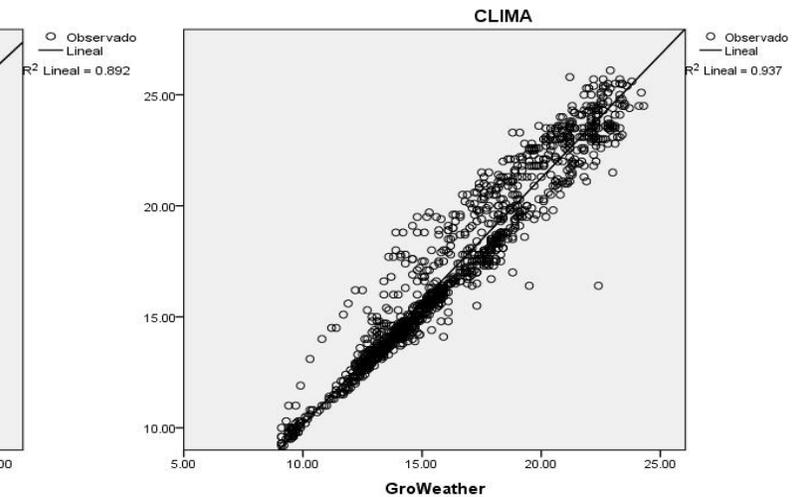
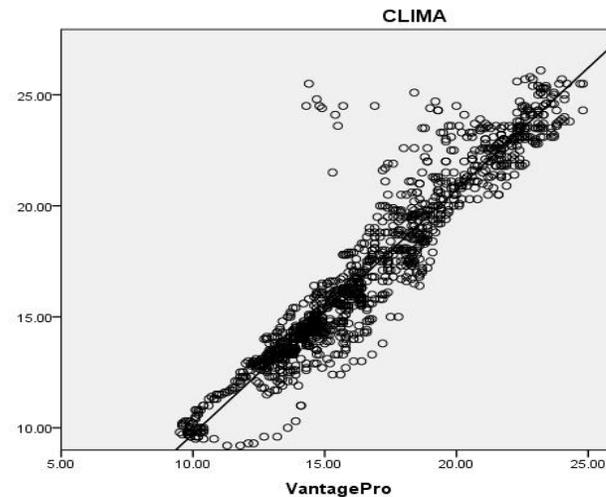
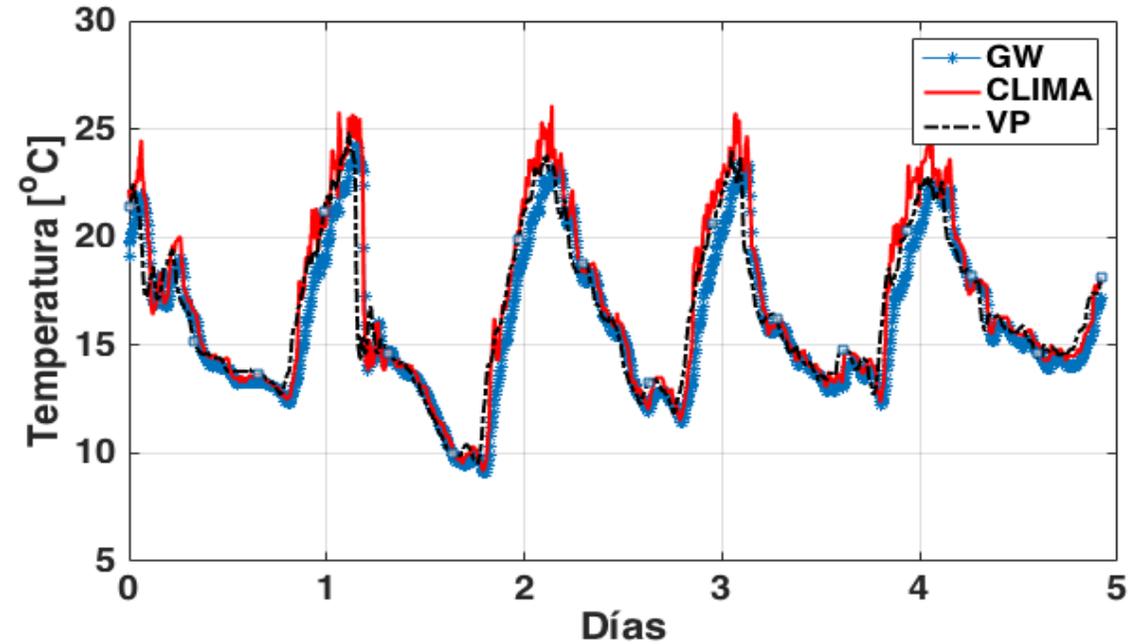
#### 4.- Puesta en marcha de la EMA en campo.

Para validar las mediciones de CLIMA se puso en comparación con otros equipos climáticos, en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México durante 15 días contra dos estaciones comerciales: Vantage Pro (VP) y GroWeather (GW) de Davis.



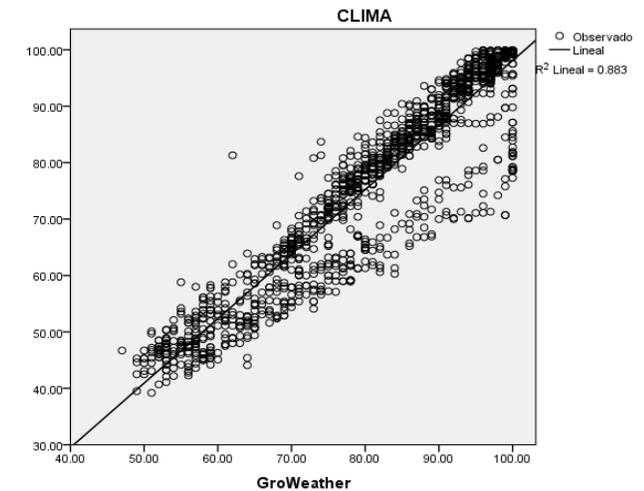
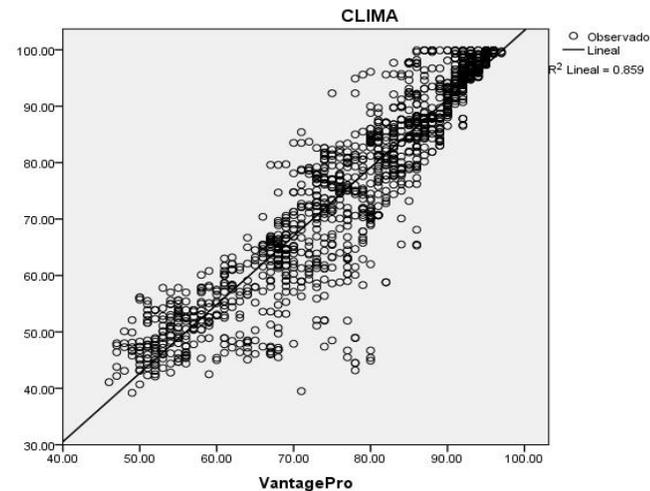
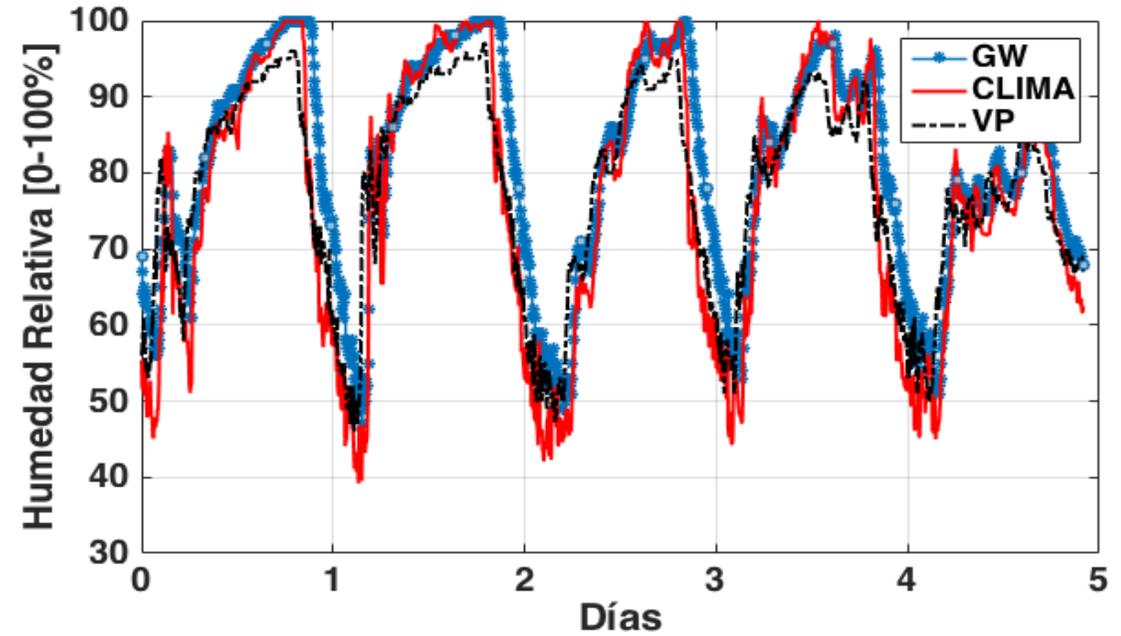
# Resultados

La temperatura de aire de CLIMA presenta diferencias acentuadas en los puntos máximos temperatura, dado que la precisión y sensibilidad del sensor supera las características de los sensores de dichas estaciones.



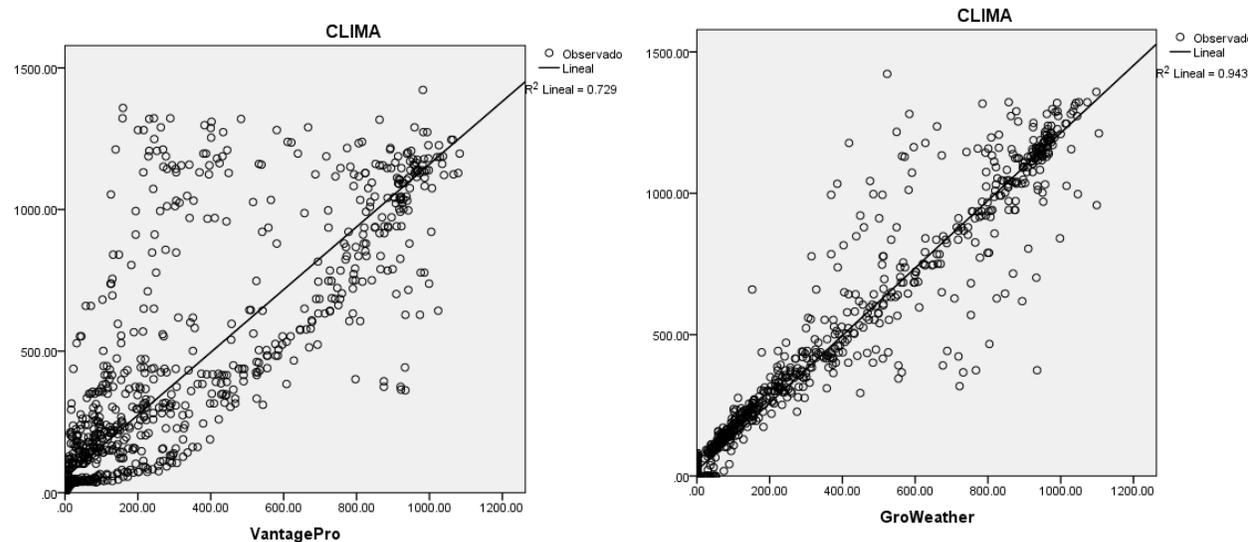
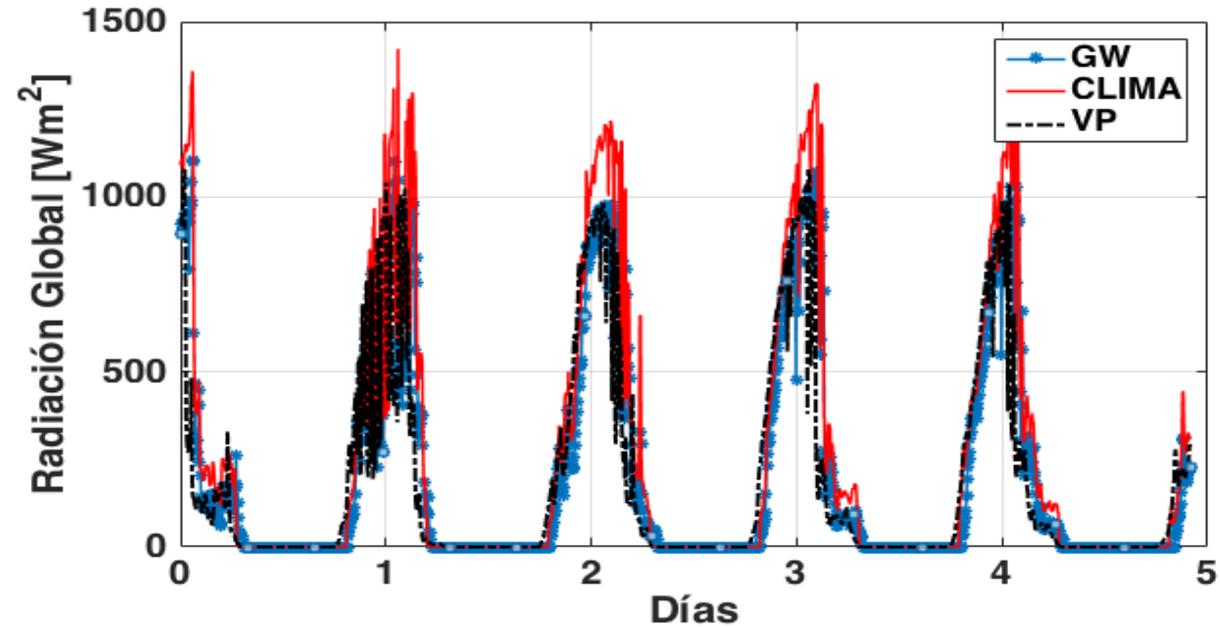
# Resultados

La humedad relativa del aire de CLIMA se apega al comportamiento de la GW para los puntos máximos, sin embargo presenta mayor sensibilidad en mediciones mínimas, esto debido que la razón entre la presión parcial de vapor actual, y la presión de vapor de saturación, se realiza con un sensor mecánicos que funciona por deformación, donde se aprovecha los cambios en las dimensiones que sufre un tipo de material en presencia de la humedad.



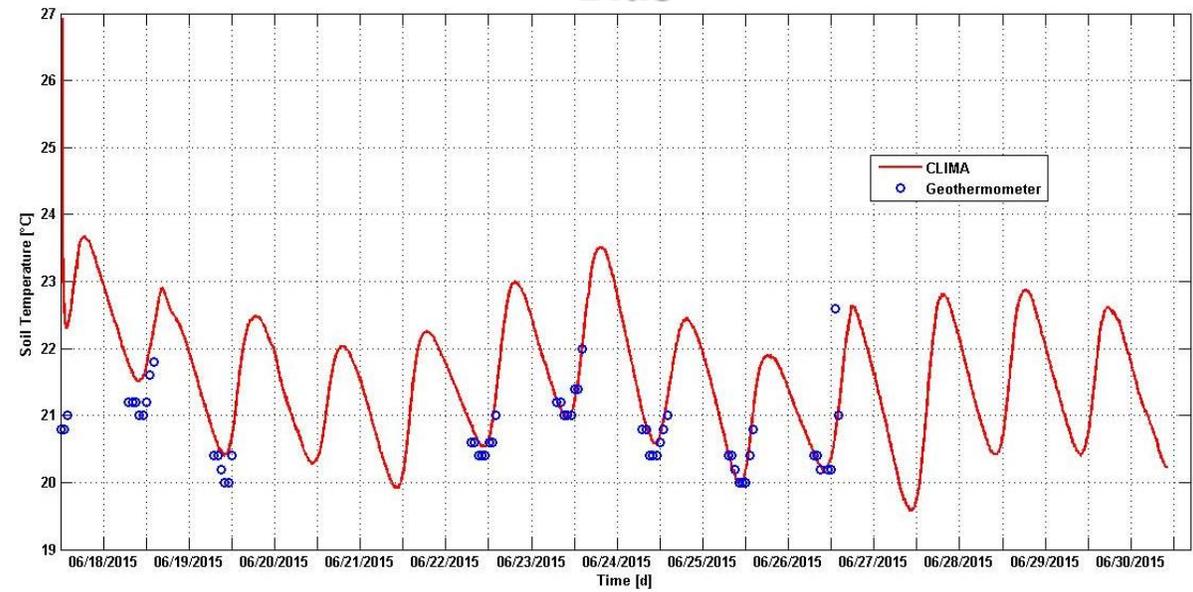
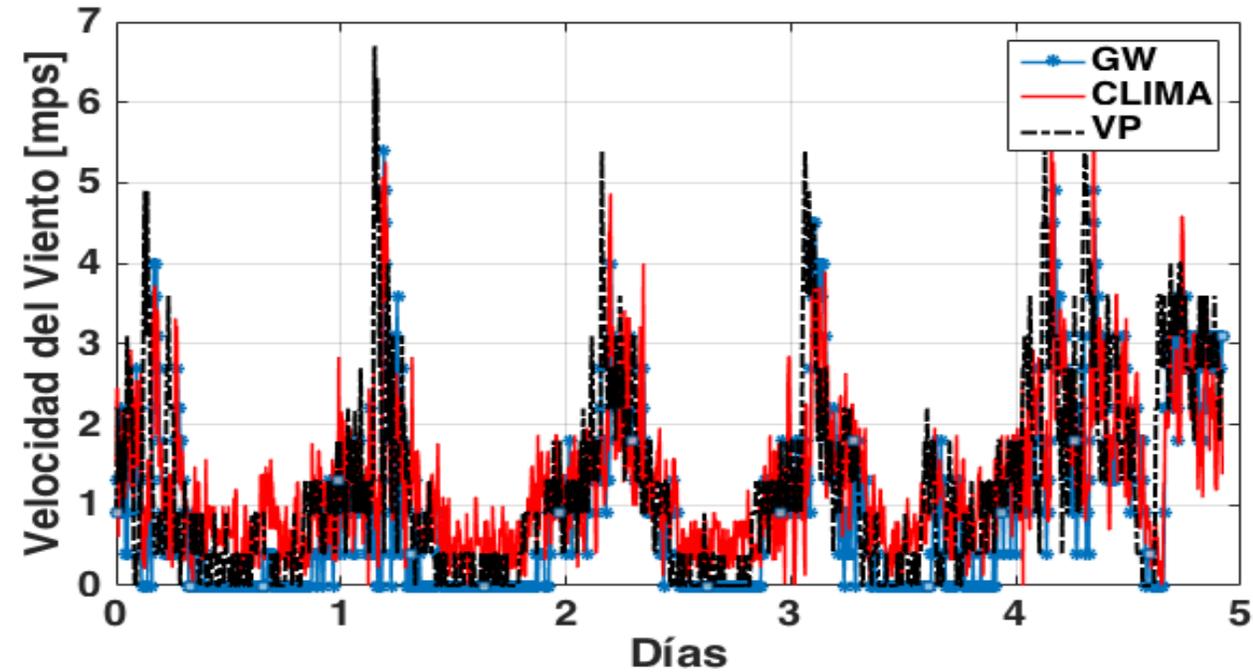
# Resultados

La radiación solar global medida por CLIMA presenta mayor sensibilidad a los puntos máximos en comparación con GW y VP, esto se debe a que CLIMA utiliza el principio de detección termoeléctrica, por el que la radiación entrante es absorbida casi en su totalidad por una superficie horizontal, para una gama de longitudes de onda de 0 a 1500 Wm<sup>2</sup>.



# Resultados

Las mediciones de la velocidad del viento medida por CLIMA, GW y VP presenta un comportamiento errático debido a que las ráfagas de viento desvirtúan las medidas, de manera que la medida más acertada es el valor medio de medidas que se tomen a intervalos de 10 minutos. Por otro lado, el anemómetro permite medir inmediatamente la velocidad pico de una ráfaga de viento.



# Conclusiones

-CLIMA soluciona la problemática de la medición y adquisición de las variables climáticas a bajo costo económico, con precisión de hasta el

-93% en temperatura,

-88% en humedad relativa,

-94% en radiación solar global.

Variable	R <sup>2</sup> CLIMA-GW	R <sup>2</sup> CLIMA – VP
T	0.937	0.892
HR	0.883	0.859
RG	0.943	0.729
VV	0.593	0.226

-La velocidad de viento presenta deficiencias propias del principio de funcionamiento del sensor (efecto Hall) ya que su regresión lineal (R<sup>2</sup>) está por debajo de lo esperado, de manera que se puede modificar en un futuro y disponer un dispositivo de mayor precisión (sensor ultrasónico).

# Referencias

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Traducción al español. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 342 p.

Al-Mahdi, A. M.; Ndahi, E. M. S.; Yahaya, B. and Maina, M. L. 2014. Integrated gis and satellite remote sensing in mapping the growth, managing and production of inland water fisheries and aquaculture. Eur. Sci. J. 6(10):178-183.

Camargo, M. B. and Hubbard, K. G. 1999. Spatial and temporal variability of daily weather variables in sub-humid and semi-arid areas of the united states high plains. Agric. Forest Meteorol. (93):141-148.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México: Diagnóstico Institucional y Propuesta de Plan Estratégico 2010-2019. 67 p.

Fisher, D., K. and Gould, P., J. Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research. SciRes. Modern Instrumentation, 2012, 1, 8-20. 2012.

Garzón A. Meteorológica y climatología semana de la ciencia y tecnología 2004, Fundación Española para las ciencias y la tecnología, España, 2004.

Medina-García, G.; Grageda- Grageda, J.; Ruiz-Corral, J. A. and Báez- González A. D. 2008. Uso de estaciones meteorológicas en la agricultura. México. INIFAP.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)