

MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN PLANTAS DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum*)

Rocio Cervantes-Osornio^{1*}; Julio Torres Sandoval¹; Ramón Arteaga Ramírez²; Mario A. Vázquez Peña²; Lucila González Molina¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carretera México-Lechería, km 18.5 Chapingo, Estado de México C.P. 56230 A.P. 10, México.

rcervanteso@hotmail.com – 01 800 088 2222 85565 (*Autor de correspondencia)

²Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. México.

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un dispositivo para medir temperatura y humedad relativa, así como sus componentes. Este sistema de medición propuesto utiliza los siguientes componentes: un sensor de temperatura y humedad relativa DHT11, un módulo de microsd card, un módulo de reloj, todo funciona vía alámbrica. Se obtuvieron datos del sensor para cuatro días a cada minuto y estos se graficaron, obteniéndose algunas métricas de los datos, este sensor se colocó en plantas de chile serrano (*Capsicum annuum*). Algunas ventajas de este sistema son: que es de bajo costo tanto su implementación como su mantenimiento.

Palabras claves: arduino uno, chile serrano, DHT11

Introducción

La temperatura tiene una enorme importancia para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de todas las plantas. Esta variable incluye tres partes: temperatura de la planta misma, la del suelo y la del aire atmosférico cercano a la superficie (ambiental) (Romo y Arteaga, 1989). La temperatura del aire ambiental tiene una marcada influencia sobre todos los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo, que ocurren en la parte aérea de las plantas. Esto es, que las variantes que sufra la temperatura en el medio suelo-atmosfera, en el que se encuentra inmersa la planta, modificarán con gran amplitud el desarrollo estructural y las reacciones fisiológicas de los vegetales y en última instancia determinarán su sobrevivencia, de acuerdo a las temperaturas extremas que se presenten en dicho medio (Romo y Arteaga, 1989).

La humedad atmosférica (contenido de vapor presente en la atmósfera) tiene diferentes formas de expresarse, una de ellas es la humedad relativa. La humedad relativa es importante para las plantas porque puede afectar su crecimiento y rendimiento. Un exceso de humedad puede reducir la transpiración, lo que disminuye la absorción de nutrientes y afecta el crecimiento de la planta. La humedad excesiva también puede dificultar la polinización y favorecer la propagación de plagas y enfermedades (así también con determinadas temperaturas). Por ejemplo, para el chile serrano el desarrollo de la pudrición de la raíz es más severa cuando el suelo presenta condiciones de alta humedad y se registra en el ambiente una temperatura fresca, ambas condiciones se alcanzan en temporadas lluviosas. Otro ejemplo es que el desarrollo de los nematodos agalladores de raíces, es favorecido por temperatura del suelo entre 15 y 17° C, las cuales se presentan durante el periodo de crecimiento del cultivo.

El dispositivo desarrollado en este trabajo fue instalado en plantas de chile serrano. Algunas características de este cultivo son: necesita climas cálidos para desarrollarse adecuadamente. Es sensible a las bajas temperaturas. El clima favorable es entre 20 y 30° C, para crecer y dar frutos, el rango puede ser de 16 a 32°C. Algunas plagas del chile serrano son Barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii*), Mosquita blanca (*Bermisia tabaci*), Minador de la hoja (*Liriomyza spp.*), Gusano soldado (*Spodoptera exigua*) entre otras (<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/principales-plagas-y-enfermedades-del-chile-serrano>, consultado el 19 de septiembre del 2024). Entre algunas de las enfermedades del chile serrano están: las pudriciones de la raíz, los nematodos formadores de agallas de las raíces, el ahogamiento o damping-off de los almácigos, la cenicilla polvorienta, la mancha bacteriana (Velásquez-Valle et al., 2013).

Por lo dicho anteriormente resulta útil contar con dispositivos que midan, monitoreen, registren y guarden tanto la temperatura como la humedad relativa eficazmente, y a partir de esto se puedan realizar acciones que se anticipen o prevengan el surgimiento de determinadas plagas o enfermedades.

El presente trabajo refiere el diseño e implementación de un dispositivo para medir y guardar datos de temperatura y humedad relativa, instalado en unas plantas de chile serrano. Se estableció este sistema bajo techo (plantas y el dispositivo de medición), dentro de las instalaciones del CENEMA-INIFAP, en el campo experimental “el Horno” ubicado en la parte posterior de la Universidad Autónoma Chapingo.

Materiales y Métodos

Plantas de chile serrano

Las semillas de chile serrano se sembraron en macetas, desde 2023, así que ya tienen año y medio establecidas, en 2023 florearón y dieron sus primeros frutos; la tierra de las macetas es una mezcla de tierra orgánica y tierra del propio campo experimental, a las plantas únicamente se le hacen aplicaciones de fertilizante foliar líquido cuando empieza a florear, para que no tire la flor, polinice y de frutos; a las plantas se le aplicaron sus respectivos riegos.

Dispositivo de medición

Por lo que respecta al dispositivo de medición, los materiales que se utilizaron para armarlo fueron: un sensor DHT11, un módulo de reloj DS1302, un módulo de micro sd card, un protoboard y un arduino uno junto con su cable de conexión. Las características de los componentes del circuito se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Elementos componentes del circuito dispositivo y sus características principales

Componente	Voltaje y/o amperaje de operación	Librerías a utilizar	Características relevantes y/o rango de medición
Sensor DHT11	+5 V Consumo de ejecución 0.5 mA	<DHT.h>	Rango de temperatura: 0 a +50 ± 2°C Rango de humedad: 20 a 90% HR ± 5% de humedad relativa
Módulo RTC DS1302. Reloj de tiempo real	+ 5 V	<DS1302.h>	Circuito integrado alimentado por una batería, el cual en todo momento, registra la fecha, día de la semana y la hora
Módulo de micro sd card	+3.3 V	<SD.h>	Comunicación de la memoria es por SPI
Arduino uno	Voltaje de trabajo: +5 V (además de otros voltajes de entrada)	Depende con que trabaje	Velocidad de reloj: 16 MHz pinout: 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos memoria: 32 kB Flash (0.5 para bootloader), 2 kB RAM y 1 Kb EEPROM

Elaboración propia

Diseño y/o cableado del circuito

En la Figura 1, se muestra el diseño en el software Fritzing, del cableado de los componentes del circuito.

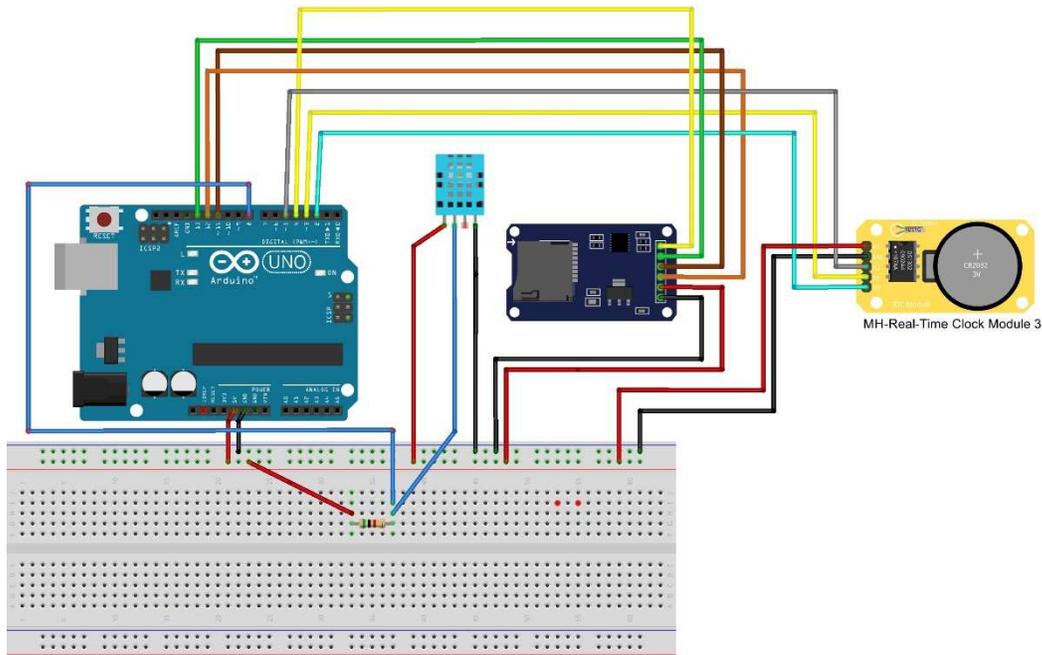


Figura 1. Cableado del circuito

Código en IDE de arduino para la medición

En la Figura 2, se muestra el código de carga única para el módulo de reloj DS1302 con la finalidad de configurarlo y esté módulo listo para usarse, este código de carga única es descargado al arduino una sola vez y previo a la descarga del código mostrado en la Figura 3. Se observa en las Figuras 2 y 3 las tres librerías incluidas, también se hacen algunos comentarios para explicar que hacen las líneas de código.

```
#include <DS1302.h>

//Inicializacion del modulo
DS1302 rtc(2, 3, 5);
Time(t);

void setup() {
  //Desproteger contra escritura
  rtc.halt(false);
  rtc.writeProtect(false);

  rtc.setDOW(THURSDAY); //coloca el día de la semana
  rtc.setTime(14, 25, 00); //coloca la hora actual en formato de 24 horas
  rtc.setDate(5, 9, 2024); //coloca la fecha actual
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite(13,HIGH);
}
```

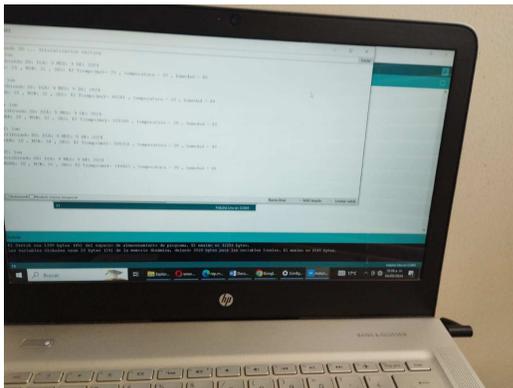
Figura 2. Código de configuración de carga única para el módulo de reloj DS1302

Figura 3. Código en el IDE de arduino para medición y guardado de datos de la temperatura y humedad relativa a cada minuto

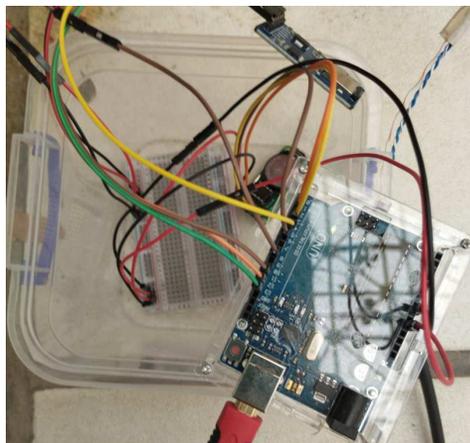
Resultados y Discusión

Mediciones en el prototipo

Las mediciones se realizaron los días lunes 9, 10, 11 y 12 de septiembre del 2024, se colocó el circuito en protoboard con el sensor cercano a las plantas de chile serrano como se muestra en la Figura 4 y se midieron y guardaron los datos en un micro sd card. El dispositivo se conectó a una laptop para visualizar el sensado de los datos vía monitor serial. Los datos posteriormente fueron extraídos del micro sd card del archivo datalog.txt, se pasaron a Excel y se graficaron (Figura 5) a cada minuto. Se tienen poco más de 5789 datos, de estos cuatro días (comenzando el día 09/sept/2024 a partir de las 10:30 am).



a)



b)



c)

Figura 4. a) Monitor serial del IDE de arduino que muestra los datos de las mediciones, así como indica el guardado correcto de los datos b) dispositivo del circuito completo en estado de medición y c) lugar donde se ubicó el sensor DHT11 en las plantas de chile serrano.

En la Figura 5 se graficaron las mediciones, como se puede observar los datos siguen el comportamiento esperado, tanto la humedad relativa (línea azul) como la temperatura (línea naranja), se comportan como ondas sinusoidales encontradas, mientras una de las curvas sube, la otra baja. La temperatura alcanza su máximo valor a mediodía y es en donde la humedad relativa se ve disminuida al máximo. Hay que observar que hay un momento durante el día 9 a las 12:53 (pasando el mediodía) y el día 11 a las 14:42, se registran unos puntos de humedad relativa que se disparan en forma vertical, se cree que se deben a que se regaron las plantas con una minibomba aspersora, entonces el sensor registro estos riegos, porque probablemente le cayeron gotas de agua.

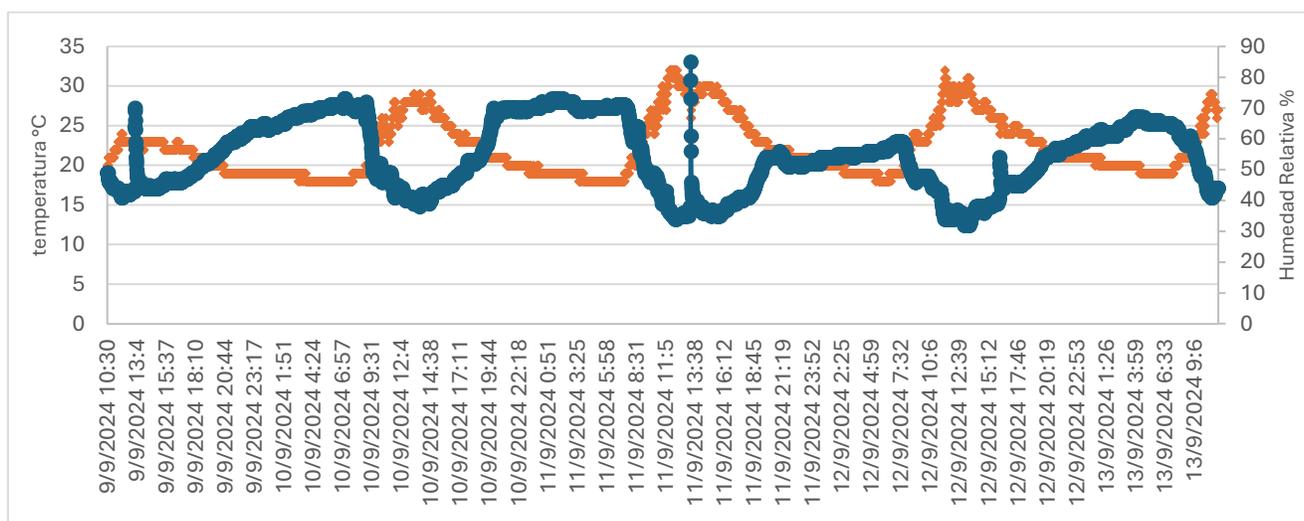


Figura 5. Gráfica de los datos extraídos del micro sd card de temperatura y humedad relativa a cada minuto.

También hay que observar que no se alcanzan temperaturas muy bajas, ni muy altas, puesto que el sensor, junto con las plantas están bajo cubierta con un techo y paredes, como si estuvieran dentro de un invernadero, y el hecho de que son pocas plantas, están como en despoblado. De igual forma sucede con la humedad relativa, el sensor no detectará humedades relativas del 100%, en parte debido a que la especificación del sensor no indica que pueda medir el 100% y en parte a que es poco probable que se alcance esta condición, adentro de las instalaciones.

Adicionalmente se calcularon en Excel algunas medidas de dispersión de los datos obtenidos del dispositivo de medición. Los resultados pueden verse en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Algunas medidas de dispersión de los datos obtenidos del dispositivo

variable	mínimo	máximo	Media	Rango	Desviación estándar
Temperatura	18	29	22.216	11	3.555

Humedad relativa	32	67	54.261	35	11.245
-------------------------	----	----	--------	----	--------

Conclusiones

El sistema funcionó de manera eficaz, guardó y mostró en monitor serial los datos de forma correcta.

Recomendaciones

Una recomendación es espaciar más la toma de datos, a cada cinco minutos resultaría excelente, y ampliar la duración de los días de medición.

Referencias Bibliográficas

Romo G. J. R. y Arteaga R. R. 1989. Meteorología agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación. 442 p.