

## **“V Seminario Internacional Universidad sociedad 2020”**

### **AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO**

**Marrero Ramírez Secundino<sup>1</sup>, Suarez Vinueza Rommel<sup>2</sup>, Álvarez Pastuña Jorge<sup>3</sup>,  
Ramírez Estrada Geovanny<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Docente Investigador de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería Eléctrica, Latacunga, Ecuador. [secundino.marrero@utc.edu.ec](mailto:secundino.marrero@utc.edu.ec)

<sup>2</sup> Docente Investigador de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería Eléctrica, Latacunga, Ecuador. [rommel.suarez@utc.edu.ec](mailto:rommel.suarez@utc.edu.ec)

<sup>3</sup> Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería Eléctrica, Latacunga, Ecuador. [jorge.alvarezp9@utc.edu.ec](mailto:jorge.alvarezp9@utc.edu.ec)

<sup>4</sup> Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería Eléctrica, Latacunga, Ecuador. [geovanny.ramirez8171@utc.edu.ec](mailto:geovanny.ramirez8171@utc.edu.ec)

#### **RESUMEN**

La automatización en invernaderos proporciona grandes beneficios para el agricultor y para la producción de los diferentes cultivos que se desarrollan, mejorando la calidad y cantidad de los mismos. Su utilidad es importante porque a través de la automatización se puede controlar diferentes variables climatológicas como son temperatura y humedad que ayudan a mantener en rangos adecuados a las semillas durante su desarrollo, para la automatización fue necesario la adquisición de tecnología y la aplicación de un software Scada que permitió realizar las diferentes acciones de control y monitoreo in situ y de forma remota.

#### **Palabras clave:**

#### **INTRODUCCIÓN**

Un invernadero es una estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro del cual se obtienen condiciones artificiales favorables para producir cultivos agrícolas, así dentro de este se consigue un aislamiento tanto térmico como de agentes contaminantes de cultivos. Sin embargo, es necesario que estos invernaderos cuenten con dispositivos que permitan controlar y modificar las condiciones del microclima generado. Mismo que permitirá proteger a los cultivos de factores climáticos como heladas, granizo, sequías, excesos de viento, y demás factores que pudieran perjudicar un cultivo. Con un invernadero así se podrá cultivar plantas todo el año en condiciones óptimas.

En la actualidad, los mercados agrícolas han perdido la estabilidad que los caracterizaba en décadas pasadas y se han vuelto más dinámicos y competitivos. La globalización de los mercados, las normas internacionales, el cambio en las necesidades y exigencias de los

consumidores con la rápida evolución en las tecnologías y la necesidad de un mayor respeto del medio ambiente, han provocado que los productores agrícolas adopten técnicas innovadoras para obtener ventajas competitivas, de tal manera que para mejorar la producción agrícola en invernaderos y hacer frente a los retos anteriormente descritos no solo es necesario tener un buen conocimiento del sistema de cultivo, sino que se deben considerar otros aspectos como las restricciones económicas, climáticas, tecnologías disponibles y aspectos medioambientales.

## **DESARROLLO**

Según la página mexicana Hidro-Environment un invernadero *“es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior.”*[3]

El invernadero aprovecha el efecto producido por la radiación solar que, al atravesar un vidrio u otro material traslúcido, calienta los objetos que hay adentro; estos, a su vez, emiten radiación infrarroja, con una longitud de onda mayor que la solar, por lo cual no pueden atravesar los vidrios a su regreso quedando atrapados y produciendo el calentamiento.[2]

### **Ventajas del empleo de invernaderos**

- Precocidad en los frutos.
- Aumento de la calidad y del rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejora del control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

### **Inconvenientes**

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.  
(Ecuare, 2020)

### **Tipos de invernaderos.**

- **Invernadero Capilla (a dos aguas)**

Los invernaderos de capilla simple tienen en la techumbre formando de uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas. Este tipo de invernadero se utiliza bastante, destacando las siguientes ventajas:

- Es de fácil construcción y de fácil conservación.
- Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta.
- La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.
- Tiene grandes facilidades para evacuar el agua de lluvia. Permite la unión de varias naves en batería.

La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación [6].



*Ilustración 1 Invernadero capilla (a dos aguas).*

*Recuperado de: <https://www.jardineriaon.com/tipos-de-invernaderos-cual-escojo.html>*

- **Invernadero de doble capilla**

Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves yuxtapuestas. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbrera de los dos escalones que forma la yuxtaposición de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera. Además, también poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales. Este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas [6].



*Ilustración 2 Invernadero doble capilla.*

*Recuperado de: <https://www.horticultivos.com/agricultura-protegida/invernaderos/principales-tipos-invernaderos/>*

- **Invernadero asimétrico o inacral.**

Difiere del tipo raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. Para ello el invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol.

#### **Ventajas**

Buen aprovechamiento de la luz en la época invernal.

Elevada inercia térmica debido a su gran volumen unitario.

Buena estanqueidad a la lluvia y al aire (no acceden al interior).

Buena ventilación debido a su elevada altura.

Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento.

#### **Inconvenientes**

No aprovecha el agua de lluvia.

Tiene más pérdidas de calor a través de la cubierta debido a su mayor superficie desarrollada en comparación con el tipo plano [4].



*Ilustración 3 Invernadero asimétrico o inacral. Recuperado de:*  
<https://www.horticultivos.com/agricultura-protegida/invernaderos/principales-tipos-invernaderos/>

También se destacan otros tipos de invernaderos como el de tipo túnel o semicilíndrico que se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, el invernadero en raspa y amagado con estructura muy similar al tipo parral, pero varía la forma de la cubierta donde se aumenta la altura máxima del invernadero en la cumbre, que oscila entre 3 y 4,2 m.

En el presente trabajo fue utilizado un invernadero asimétrico atendiendo a sus ventajas, donde para la comunicación se utilizó el canal de datos de 5Mbps de velocidad. De esta manera se configuran los equipos a ser monitoreados como son el PLC S7-1200 Siemens, pantalla HMI KTP-400 Simatic HMI y el analizador de energía Sentron PAC 3200 Siemens. Estos equipos se encuentran ubicados en el tablero de control del laboratorio, los cuales establecen conexión mediante switch ubicado en el tablero de control.

La configuración del sistema Scada, se muestra en la figura 4, la cual indica los equipos a ser monitoreados y los datos de las variables climatológicas consideradas así como los demás indicadores de operación seleccionados. El diagrama del control de humedad (figura 5), muestra que el control se puede realizar de manera manual o automática y para ello se introducirá el porcentaje de humedad en rangos de 40 a 60%, si el % es menor al valor introducido, se encenderán las bombas para el riego.

De igual manera en la figura 6 se puede observar el algoritmo de control de temperatura, donde el control manual dispone de dos pulsadores, para poder bajar o subir las ventanas y además presenta un indicador de nivel de temperatura censado por una termocúpula tipo k. Mientras que el control automática de temperatura, consiste en establecer los rangos de temperatura que van desde los 18 a 30° C para que el sistema pueda accionar las ventanas, el extractor de aire o el sistema de riego según sea requerido para llevar la temperatura al valor deseado.

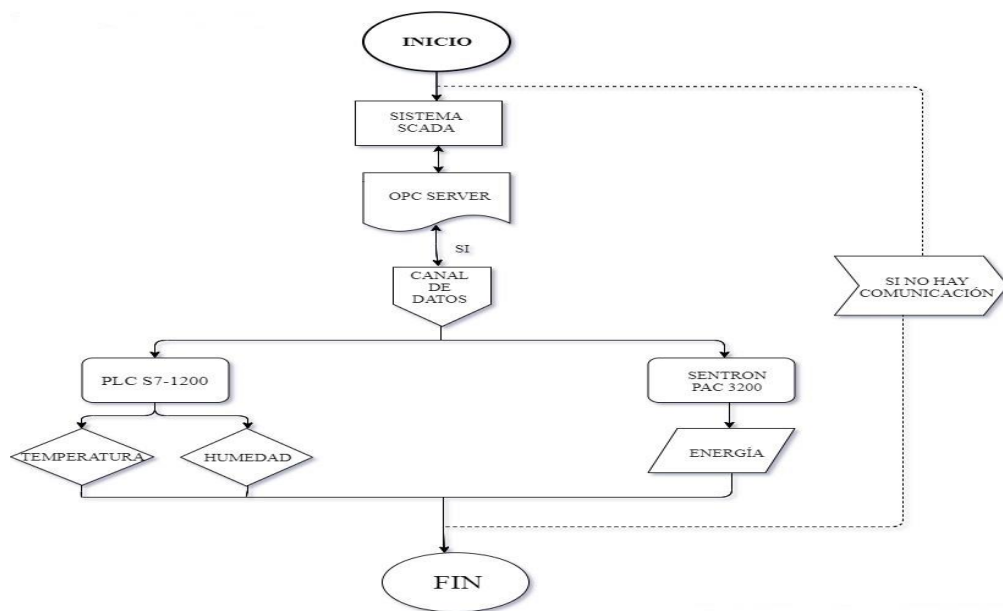


Ilustración 4. Configuración del sistema Scada

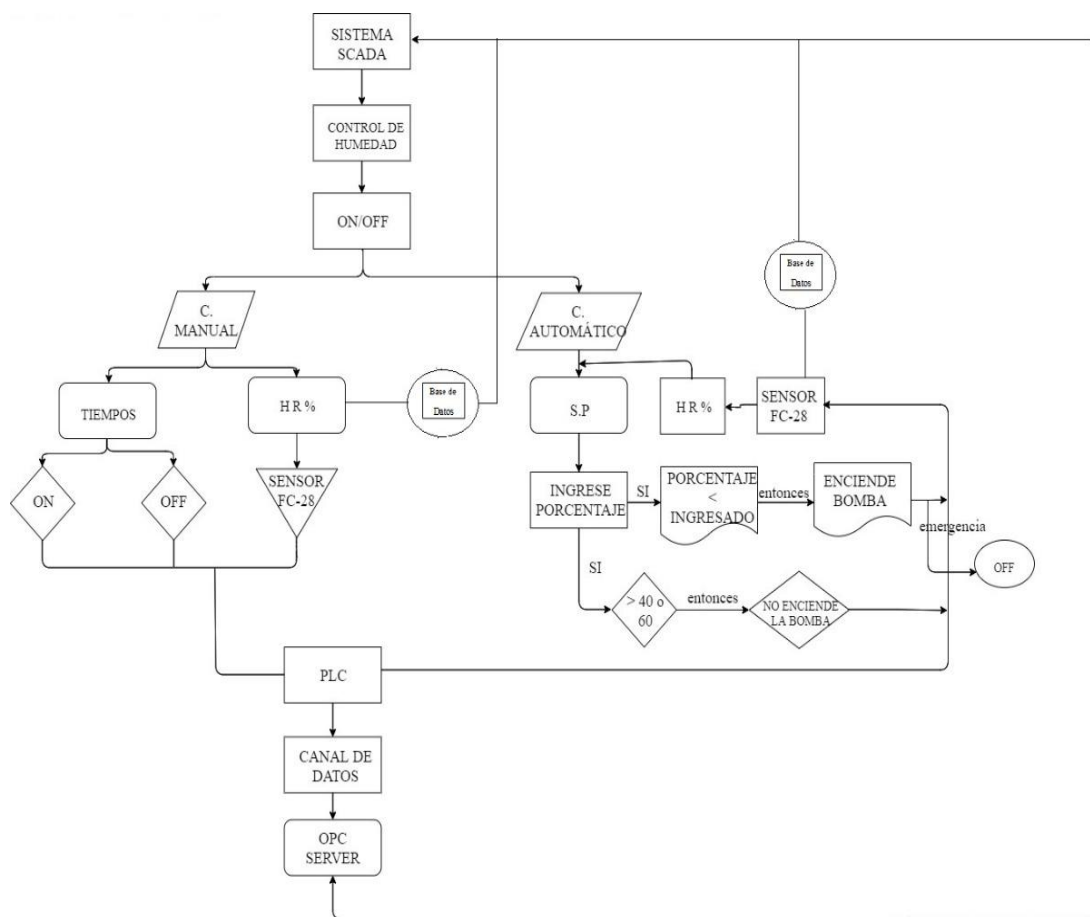


Ilustración 5. Diagrama de bloques del sistema de control de Humedad

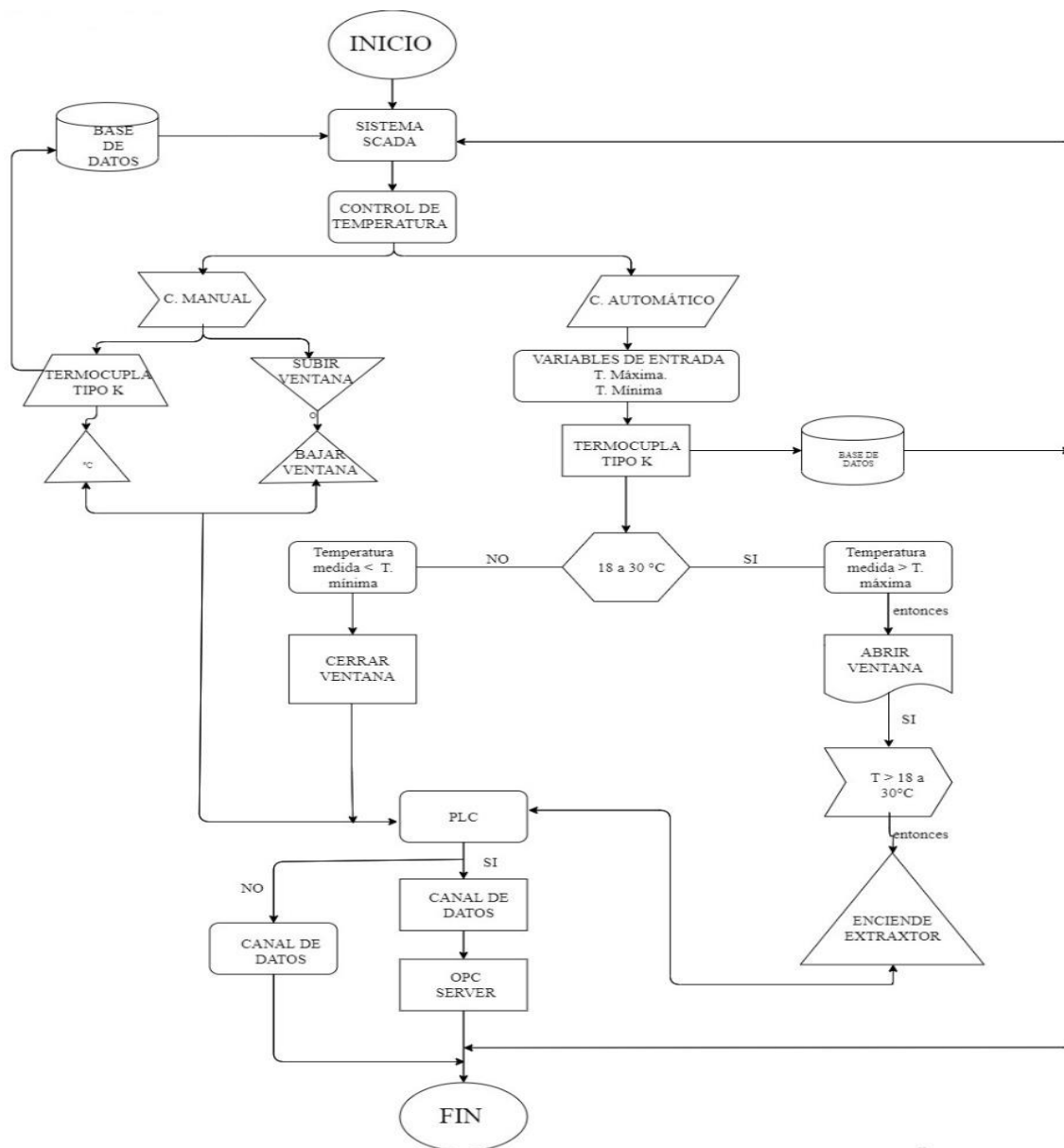


Ilustración 6. Diagrama de bloques del sistema de control de Temperatura

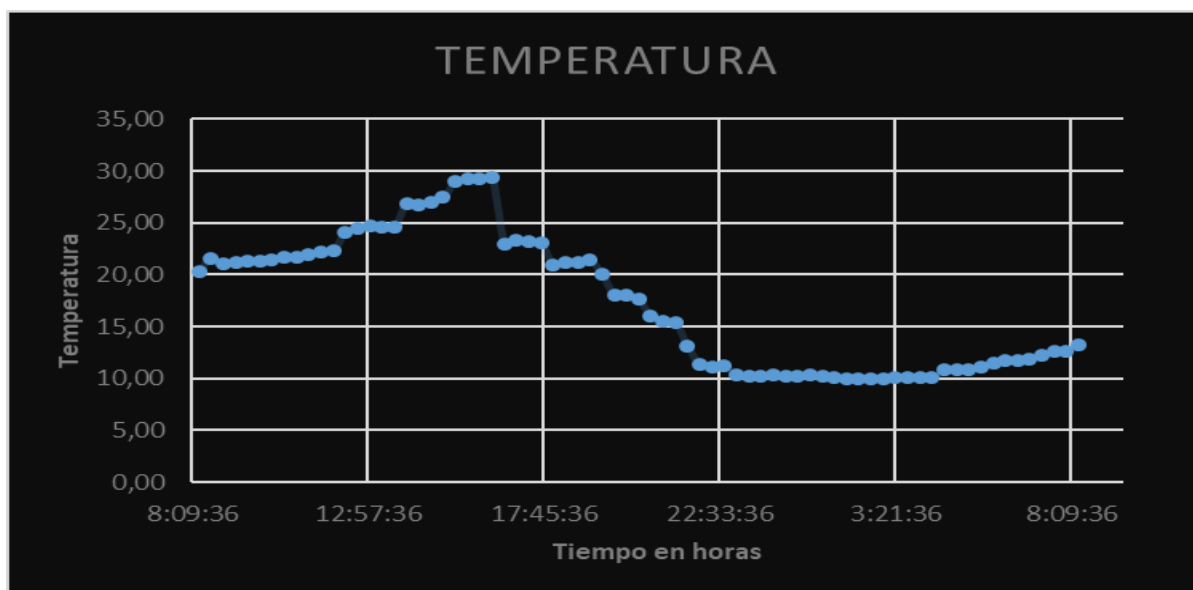
El sistema SCADA está constituido por diferentes pantallas las cuales se las realizó con respecto a la programación de los sistemas de control de humedad y temperatura, para ello se diseñó una pantalla principal como muestra la figura 7. Una vez realizada la programación se procede a realizar las diferentes representaciones gráficas de las variables climatológicas, obtenidas por parte de nuestra base de datos.

En la figura 8 se observa que la temperatura varia alcanzando un valor máximo de 30° C debido al clima que también muestra valores bajos de 10° C en horas de la madrugada. Por

parte la humedad relativa que se encuentra representada en las figuras 9 y 10 es obtenida por la base de datos del sistema, donde para la adquisición de estos datos se utilizan registrados en un tiempo de 20 minutos, durante 8 días. Para establecer la relación humedad - temperatura se realizaron las gráficas 11 y 12 a partir de la base de datos, para poder correlacionar estos parámetros de explotación del invernadero que son necesarios para establecer el buen desarrollo de los cultivos.

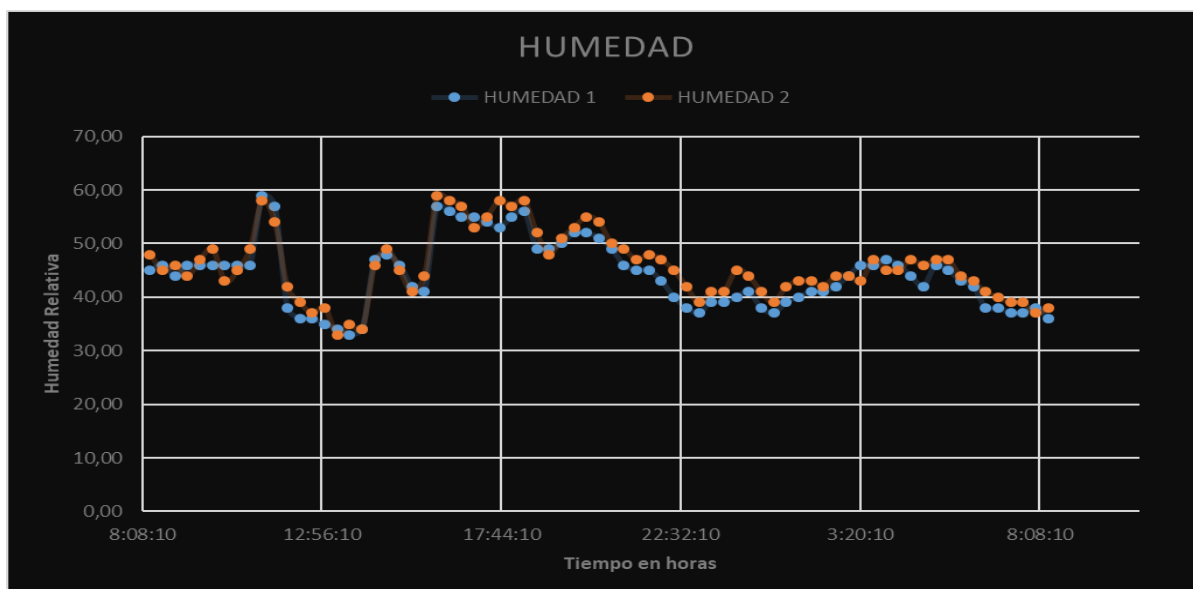


**Figura 7. Pantalla principal del Sistema Scada**



**Ilustración 8. Curva de comportamiento de la temperatura ambiental interna**

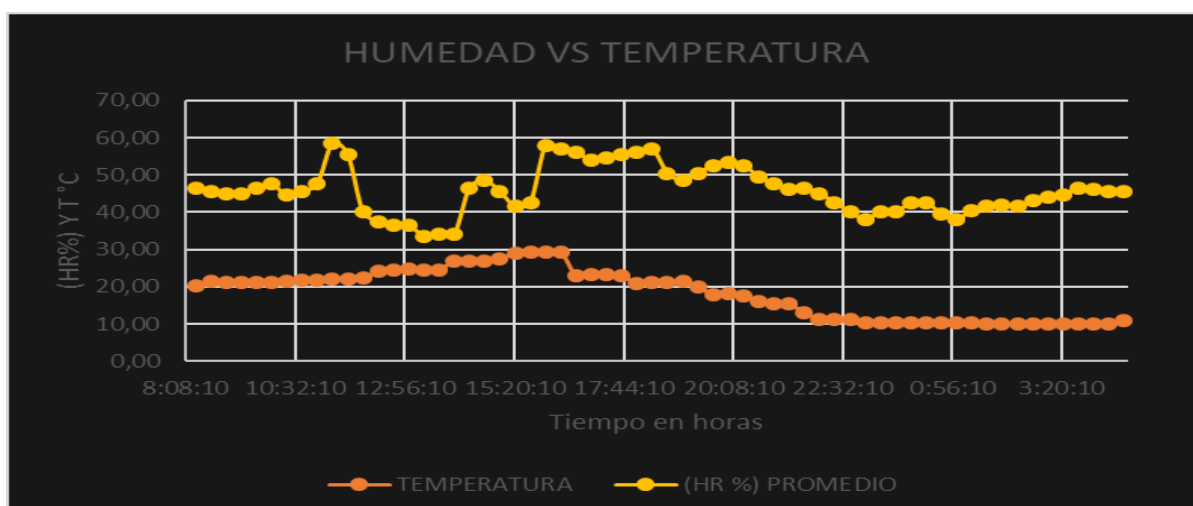




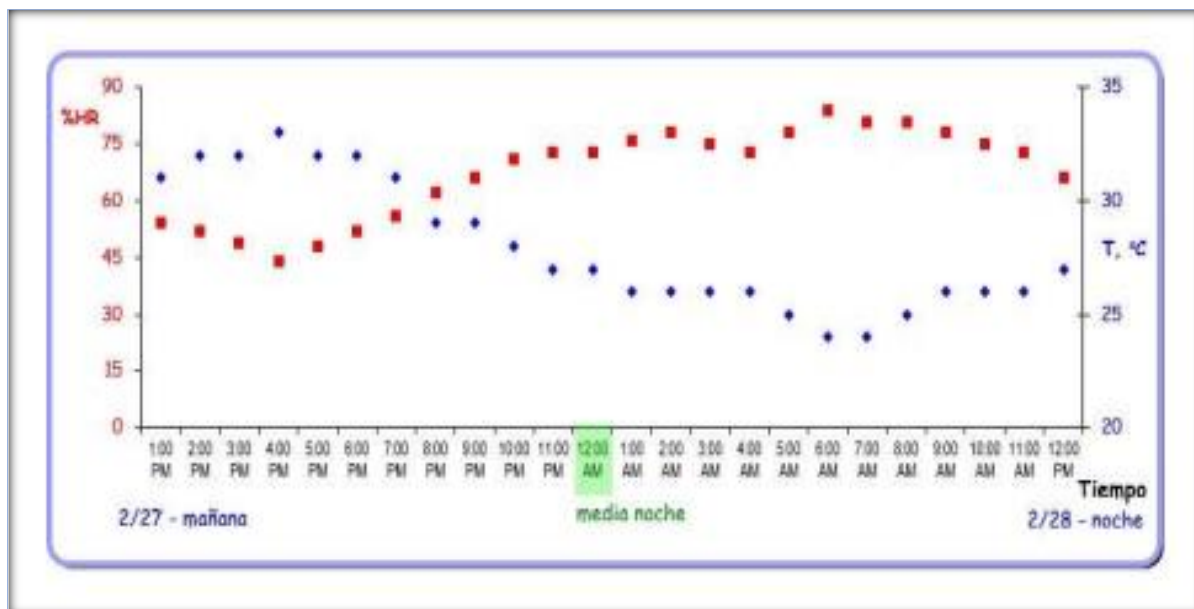
*Ilustración 9 Curva de comportamiento de la humedad de las parcelas*



*Ilustración 10. Comportamiento promedio de la humedad*



*Ilustración 11 Comparación de la temperatura vs el promedio de la humedad*



*Ilustración 3 Relación temperatura y humedad*

También se implementó el monitoreo remoto de temperatura desde una web basado en tecnologías móviles para facilitar el seguimiento de esta variable cuyo gráfico se observa en la figura 13.



*Ilustración 4 Comportamiento de la temperatura de un invernadero. Recuperado de: INVERNADERO DE RIEGO Y TEMPERATURA CONTROLADO REMOTAMENTE DESDE LA WEB BASADO EN TECNOLOGÍAS MÓVILES (Baraón Alarcón Julio, 2020, pág. 94)*

## CONCLUSIONES – DISCUSIÓN

Se determina que con la automatización del invernadero es posible controlar las variables climatológicas, donde la temperatura se encuentra en rangos adecuados en las horas de

mayor exposición solar y en horas de la madrugada tiene valores de hasta 10 °C, porque el invernadero no cuenta con un sistema de calefacción y la humedad relativa tiene un comportamiento apropiado que varía entre 40 y 60 % en el transcurso del día mientras que el control de temperatura durante el día, es obteniendo en rangos que van desde 25 a 33 °C, y la humedad relativa tiene valores máximos de 80, medio 50 y mínimo 15 %.

El no contar con un procedimiento de control estricto de la cantidad de agua suministrada al cultivo, se podrían generar problemas de deshidratación de la planta por falta de líquido o de asfixia radicular por exceso del mismo, por los motivos antes mencionados se hace necesaria la automatización de los invernaderos, ya que de esta forma se reducirían los costos y se aumentaría la producción de los diferentes cultivos; además se reducirían los efectos ambientales derivados de la actividad agrícola.

La mayoría de los invernaderos actualmente usados carecen de control de los aspectos ambientales que afectan el cultivo (humedad relativa, luminosidad, temperatura, etc.), situación que puede ocasionar problemas la deshidratación, la ralentización de la formación de clorofila y el crecimiento de las plantas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Baraón Alarcón Julio, P. O. (25 de 01 de 2020). *Los Libertadores Fundación Universitaria*. Obtenido de <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1292/baronjulio2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
2. *EcuRed*. (24 de 01 de 2020). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Invernadero>
3. *Hidro-Environment*. (24 de 01 de 2020). Obtenido de [https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=44](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44)
4. *HortiCultivos*. (25 de 01 de 2020). Obtenido de <https://www.horticultivos.com/agricultura-protegida/invernaderos/principales-tipos-invernaderos/>
5. *Info-Agro*. (24 de 01 de 2020). Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/principales\\_tipos\\_invernaderos\\_\\_parte\\_ii\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/principales_tipos_invernaderos__parte_ii_.asp)
6. *Info-Agro*. (24 de 1 de 2020). Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/principales\\_tipos\\_invernaderos\\_\\_parte\\_i\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/principales_tipos_invernaderos__parte_i_.asp)

