



**SISTEMA** DE  
**CULTIVO LUERATIVO**  
EN **PRO** DEL MEDIO AMBIENTE  
UN **INVERNADERO** DE **HYDRANGEAS**  
APLICADO MEDIANTE **HARDWARE LIBRE**

EDMUNDO GONZÁLEZ GARZA

S

Se ha implementado un prototipo de Sistema de cultivo autónomo para cultivos agrícolas, integrando un microcontrolador de hardware libre y la Ingeniería Mecatrónica para el proceso de automatización. Este proyecto beneficia al campo mexicano en diversos aspectos mencionando la reducción de costos, esfuerzo físico, automatización, control y un aumento notable en la calidad de la cosecha, por mencionar algunos. Tiene como fin su implementación en el campo agrícola, se beneficiara a personas directa e indirectamente.



Según un estudio realizado por la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) el 80% de campesinos nacionales producen sin tecnología automatizada, de esta porción el 40% son de escasos recursos, producen sólo para auto consumo; el resto se considera productores en transición, es decir, producen para autoconsumo y comienzan a comercializar; el 20% restante son productores industriales, sólo producen para comercializar.

Debido a esta razón los productores adultos y jóvenes deciden emigrar hacia otro país (EU.) y a otras ciudades lo cual genera desintegración familiar, social y pérdida de conocimiento agrícola adquirido por tradición a lo largo de los siglos.

Existe una gran necesidad de apoyar la transferencia de la tecnología al campo para mejorar la producción, lo cual reditúa en el mejoramiento de la calidad de vida de los productores y por tanto integración familiar, así como desarrollo económico del país.

Para comenzar con este proyecto necesitamos saber que es un invernadero y sus características.

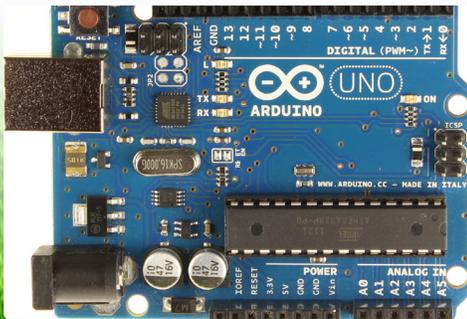
En un artículo de la revista de la Hortofloricultura Italiana, Gorini define el invernadero como una construcción de madera, hierro u otro material, cubierta por cristales, provista por calefacción que, a veces, está iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar las hortalizas tempranas, flores y plantas, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se están cultivando sería insuficiente para su crecimiento y fructificación.

En esta sección se describirán brevemente los principales componentes utilizados en este proyecto.

## ARDUINO

Arduino es una plataforma de creación de prototipos electrónicos de código abierto basado en flexibilidad, hardware y software fácil de usar. Está dirigido a artistas, diseñadores, aficionados y cualquier persona interesada en la creación de objetos o entornos interactivos.

IMAGEN 1  
Tarjeta Arduino UNO R3

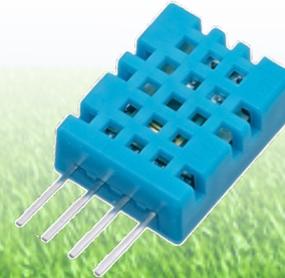


Fuente: (Arduino, 2014)

## SENSOR DHT11

El DHT11 es un sensor de bajo costo y gran beneficio, para la medición de la humedad y temperatura. Gracias a este sensor nos basamos para obtener los valores deseados como es la temperatura en grados Celsius, Fahrenheit, Kelvin, porcentaje de Humedad y Punto de Rocío por mencionar algunos.

IMAGEN 2  
Sensor DHT11



Fuente: (D-Robotics, 2010)

## ELECTRO VÁLVULA

Es una válvula electromecánica que cuenta con una bobina senoidal que debe ser energizada para poder controlar el flujo de agua.

IMAGEN 3  
Electroválvula con Regadera



Fuente: Imagen de Edmundo González García (2014)

## BASE DE DATOS

Una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información. En las bases de datos, se puede almacenar información sobre personas, productos, pedidos, o cualquier otra cosa.

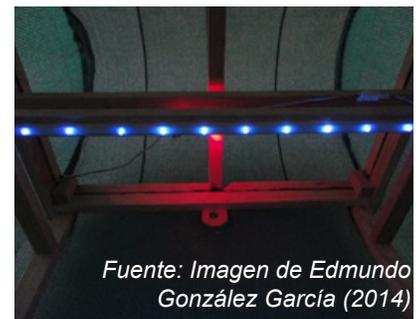
## LÁMPARA LED ULTRAVIOLETA

Las plantas y los humanos usan la luz en diferentes maneras. Esta obviedad no es tan simple como parece. La verdad más básica es que los humanos usamos la luz para ver y las plantas para crecer. Para nosotros, el sol es una luz brillante y cálida que nos permite ver, mientras las plantas usan diferentes espectros de los rayos solares para crecer.

Este proceso se llama fotosíntesis. Duplicando la longitud de las ondas de luz en el interior, es posible

hacer crecer las plantas con poca o ninguna exposición al sol. Si bien es verdad que puedes cultivar plantas usando cualquier fuente de luz (incandescente, lámparas de haluro metálico (HID), fluorescente y LED), los LED son más eficientes porque pueden ser diseñados para emitir una específica longitud de onda usando una fracción de la energía necesaria para hacer funcionar las otras opciones de iluminación. Además, las lámparas LED duran más, haciendo la inversión más rentable.

IMAGEN 4  
Lámpara LED Ultravioleta por dentro del Prototipo de Invernadero



Fuente: Imagen de Edmundo González García (2014)

## pH

Mide qué tan ácida o básica es una sustancia. Varía de 0 a 14. Un pH de 7 es neutro. Si el pH es inferior a 7 es ácido y si es superior a 7 es básico. Cada valor entero de pH por debajo de 7 es diez veces más ácido que el valor siguiente más alto. La ecuación 1 es la utilizada para obtener el nivel de pH mediante los datos obtenidos por el sensor DHT11.

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] \quad (1)$$

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿De qué manera se puede implementar la ingeniería para el apoyo a las necesidades de los cultivos agrícolas?

### JUSTIFICACIÓN

Integración del sistema. Automatizando parte del proceso agrícola se resuelve la necesidad.

Es importante realizar este proyecto para demostrar que la Ing. Mecatrónica no solo se puede desempeñar en ámbitos industriales, sino que también puede aportar ideas y tecnificación para la agricultura de nuestro país a precios accesibles para los productores. Con esto se podrá impulsar la tecnología e innovación en procesos de agricultura, así se podrá posicionar en un mejor lugar a nivel tecnológico agrícola nuestro país, ya que hoy en día los agricultores siguen produciendo de forma tradicional (manual) lo que implica mayor trabajo y esfuerzo para ellos.

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se está desarrollando con el fin de facilitar el trabajo en el campo y obtener mejores resultados ya que se automatizaran invernaderos y sectores del campo. Con esto se pretende llevar la tecnología aplicada al campo.

Se pretende automatizar el riego del invernadero de manera general, funciona con una tarjeta controladora Arduino, la tarjeta está conectada a un sensor de Temperatura y Humedad (DHT11) el cual toma Datos creada en MySQL enlazada a un sistema

los datos del cultivo y los envía a una Base de desarrollado con la plataforma NetBeans y al Arduino quien a su vez va al sistema de riego, el sistema evalúa si la planta necesita riego o está estable, además qué tiempo debe regar dentro del invernadero, dependiendo del tipo de plantación y el requerimiento de humedad de las mismas, esto se logra gracias a un sistema inteligente y totalmente automatizado de riego para aplicaciones domésticas o agrícolas de México, así ayuda a tener una mejor calidad de plantaciones y cosechas.

Debemos estudiar a fondo la planta que cultivaremos en nuestro invernadero para poder poner las características específicas y que nuestro sistema funcione correctamente.

La Hydrangea es un arbusto de hasta 1.5m de altura, ya sea que se cultive en el suelo ó en un contenedor. Sus hojas son de hasta 20cm de longitud. En jardinería destacan por su inflorescencia, formadas por capítulos con flores blancas muy pequeñas rodeadas de brácteas blancas, fucsias, rosadas ó azules que son las que proporcionan el color de la inflorescencia, su color depende del grado de acidez del suelo, en suelos muy ácidos son azules, en suelos alcalinos serán de colores rojizos.

Florece de la primavera al verano, teniendo un periodo de floración muy prolongada y son de las que más duran ya que pueden mantenerse hasta mes y medio, siempre que la temperatura no supere los 25°C ó no baje de los 10°C. La temperatura ideal para tener su máxima duración se encuentra entre los 15 y 20°C.

Podemos cambiar el pH del suelo agregándole productos, por ejemplo si agregamos cal reducimos la acidez produciendo flores rosas, y si añadimos sulfato de aluminio o turba obtendremos flores azules, se debe aclarar que estos productos se agregan al agua de riego antes de su periodo de floración.

IMAGEN 5

Color de la Hydrangea según el pH del Suelo



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Su clima ideal es con temperaturas suaves y abundante humedad, donde no haya tanto sol. Debe cultivarse a semi-sombra. Las principales plagas son los ácaros y los pulgones que se generan con el aumento de temperatura.

Durante la floración de abril a junio pueden mantenerse en interiores en un lugar iluminado junto a la ventana, porque si no tienen luz sus hojas se debilitan y se ponen amarillentas (clorosis), pasando ésta temporada la podemos llevar al exterior para que vuelva a florecer.

No es necesario que la humedad ambiental sea muy elevada, con que tenga un 50% de humedad será suficiente para su desarrollo, evitando que se encharque, porque se pudrirá o desarrollara hongos y tampoco deberá researse. Con regar por la mañana la planta será suficiente para mantener la humedad en el día.

## DISEÑO

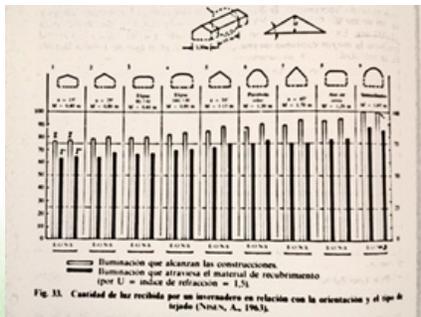
Para el diseño del invernadero se tomó en cuenta la siguiente imagen (Imagen 6), donde se muestran los diseños de acuerdo a las necesidades de la planta, en este caso se requiere una cantidad de sombra, por lo que utilizamos una tapa semicircular.

En esta imagen (Imagen 7) podemos observar una aproximación de cómo actuará la luz solar en el invernadero.

Se realizó un modelo con ayuda del software Solid Works, para observar claramente los resultados a obtener.

### IMAGEN 6

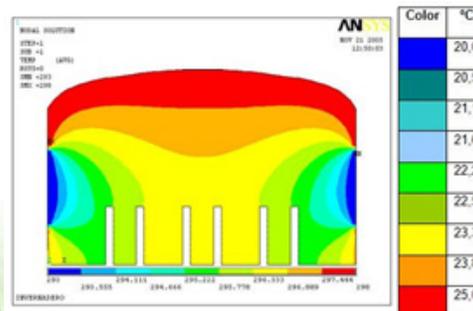
Formas de Cubierta para Invernaderos



Fuente: Imagen de Edmundo González García (2014)

### IMAGEN 7

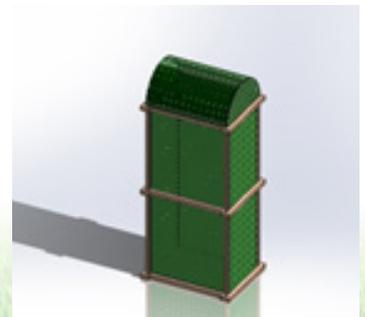
Simulación de Temperaturas en el Invernadero por la Luz Solar



Fuente: (Universidad de los Andes Venezuela, s.f.)

### IMAGEN 8

Diseño del Prototipo en Solid Works



Fuente: Imagen de Edmundo González García (2014)

## OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es tecnificar el campo Mexicano para lograr una mejor producción agrícola, con esto se pretende mejorar de manera considerable, ya que además de regar, el agua puede ser adicionada con los abonos y nutrientes necesarios para el cultivo del invernadero.

En este proyecto se realizará el prototipo de un invernadero de Hydrangeas, de las cuales se tendrá la información necesaria para adecuar el invernadero a sus necesidades. Otro objetivo es mostrar la mejora del producto, con este tipo de sistema de toma de decisiones.

Se espera una buena aceptación de este proyecto por parte de los productores agrícolas, ya que se cuenta con las especificaciones del riego ideal de diferentes especies de cultivos, el cual podrán seleccionar mediante las ecuaciones de acuerdo a las características de cada planta.

Los usuarios de este sistema podrán adquirir los valores sensados de su invernadero, siempre y cuando se encuentren en la base de datos, además que el software desarrollado en NetBeans nos da la opción de exportar la base de datos a Excel para una mejor manipulación de los usuarios.

Darlo a conocer en las universidades que cuenten con carreras enfocadas a sector Agrícola, para su implementación en el campo.

## ACTIVIDADES

Se manufacturo el invernadero con las especificaciones ya estudiadas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados.

Ahora la actividad principal es implementar todo lo antes mencionado en una planta específica, para empezar a ver el correcto funcionamiento del sensor DHT11 con el micro-controlador durante un largo periodo de tiempo y verificar que la información esté llegando correcta a la base de datos.

Recursos Materiales

- Cultivo a tecnificar
- Tarjeta Arduino
- Computadora con: Arduino, NetBeans y MySQL
- Sensor DHT11
- Electroválvula para el Roció
- Lámpara de LED Ultravioleta

Recursos Humanos viven de sus cultivos.

Personal con conocimientos en electrónica básica, programación, bases de datos y agricultura. También se requiere el apoyo económico para financiar el proyecto y el campo para la ejecución del mismo.

## RESULTADOS ESPERADOS

Obtener la atención de Instituciones dedicadas al cultivo Agrícola, para implementar el proyecto con óptimos resultados, disminuyendo el esfuerzo.

## CONCLUSIONES

Esta investigación se eligió por la importancia que tienen los campos mexicanos, de donde se obtienen los alimentos que consumimos y que constituyen la principal fuente alimenticia de nuestro País y con la finalidad de hacer que los agricultores y horticultores realicen su trabajo con menor esfuerzo y mayor eficacia; puesto que los mexicanos somos muy afortunados en tener tierras tan fértiles. También somos afortunados en poder adquirir los productos que se obtienen del campo debido a que su costo es accesible; asimismo contribuimos al sustento de las familias que viven de sus cultivos.

IMAGEN 9

Fotografía del Prototipo de Invernadero en campo Agrícola



Fuente: Imagen de Edmundo González García

IMAGEN 12

Fotografía de los Tipos de Diseños para la Cubierta del Invernadero

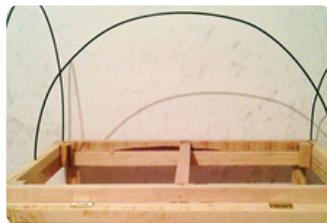


IMAGEN 11

Fotografía de la Estructura de Invernadero



IMAGEN 14

Captura de la Primera Prueba del Software Diseñado en NetBeans especial para este Prototipo de

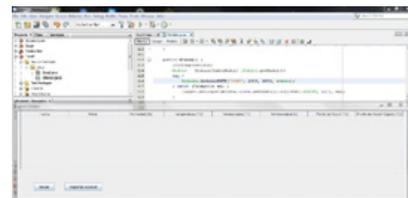


IMAGEN 13

Fotografía de la colocación de la electroválvula con Regadera dentro del Prototipo



IMAGEN 10

Malla Verde de Invernadero (cubre el 95% de la luz Solar)



## REFERENCIAS

- Arduno. (2014). Obtenido de <http://www.arduino.cc/>
- Baker, S. a. (1991). Algorithms, Comparisons and Source References. Obtenido de <http://wahiduddin.net/calc/densityAlgorithms.htm>
- Bakken, J. (sf). eHow. Obtenido de La eficiencia de las lámparas de LED para el crecimiento de las plantas; <http://www.ehowenespanol.com/eficiencia-lamparas-led-crecimiento-plantas-info330053/>
- D-Robotics. (30 de 7 de 2019). DHT11 Humidity & Temperature Sensor. Obtenido de <http://www.micro4you.com/files/sensor/DHT11.pdf>
- Environmental Protection Agency. (2012). Obtenido de ¿Qué es el pH?. <http://www.epa.gov/acidrain/spanish/measure/ph.html>
- Fórmulas de conversión de temperatura. (sf). Obtenido de <http://www.welosiodelosantos.com/sergimar/div/formulasconversionde temperaturas.htm>
- Milarium. (2004). Obtenido de Cálculo del Punto de Roció; <http://www.milarium.com/Paginas/Prontu/ArquitecturSostenible/Clima/CalculBunRoio.asp>
- NetBeans. (2013). Obtenido de NetBeans IDE; <https://netbeans.org/>
- Imagen de campo agrícola. Recuperado de <http://www.cafupro.org.mx/cafupro/cafupro/veb.php?idseccion=>
- Office. (2014). Obtenido de Conceptos básicos sobre bases de datos; <http://office.microsoft.com/es-mx/access-help/conceptos-basicos-sobre-bases-de-datos-HA010064450.aspx>
- Viveros del Suevo. (1998). Obtenido de Las hortensias, cuidados y mantenimiento; <http://tienda.delsuevo.com/Las-hortensias-cuidados-y-mantenimiento>
- Fuente: (Recuperado <http://www.barnovigarden.com/>)