

MEJORAR LOS PROCESOS DE LA PRODUCCIÓN DE INVERNADEROS USANDO SISTEMAS EXPERTOS

Roberto Enrique Palominos Castro

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Correo electrónico: agares877@gmail.com

RESUMEN

Un proyecto de un invernadero es una gran inversión la cual necesita una fuerte inversión económica, además que el rendimiento de la producción y del estado del mismo depende de personal capacitado y que se encuentren al pendiente varias horas al día, por lo cual representa un costo extra.

La producción dentro del invernadero debería ser idónea pero la realidad está lejos de eso.

Desde el retraso en la producción hasta el tamaño del producto, la cantidad de producto en buen estado no es pareja y no siempre está en parámetros aceptables y entran en pérdidas. La pérdida innecesaria de agua, a veces los excesos de su uso no ayudan siempre al cultivo a veces dañan las plantas.

El proyecto que planteo empieza desde el diseño óptimo de un invernadero automatizado e inteligente usando un sistema experto representado en una maqueta funcional a escala de un invernadero, pero se podría implementar en algunos invernaderos ya construidos, el proyecto no se implementara en un invernadero real por motivos de tiempo y recursos. Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el razonamiento de un experto en un dominio concreto, y en ocasiones son usados por éstos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas, dando así lugar a una mejora de la productividad del propio experto al usar este tipo de sistemas informáticos.

La implementación de un sistema experto que optimice las funciones de la temperatura ambiente y la mantenga en un rango mínimo de 5°-15° y un rango máximo de 20°-30°, además la humedad del ambiente que se mantendrá en un rango mínimo de 10% hasta un máximo de 70% de humedad

en el aire, además se controla la humedad de la tierra para evitar sequedad en la tierra que dañe parcial o completamente el cultivo y evitar exceso de humedad que puede traer enfermedades en las plantas, lo cual garantiza una producción de un tamaño más parejo y sin retrasos graves en los productos, los rangos de humedad dependerán del cultivo deseado por ende el sistema podrá regularse dependiendo de las necesidades. Todas estas funciones trabajan las 24 horas del día toda la semana y todo el año.

El sistema abarcaría una serie de cursos y talleres para capacitar a la gente de los beneficios de tener un invernadero automatizado, desde un invernadero pequeño en casa hasta una versión comercial mucho mayor, el bajo costo extra que representa versus los beneficios incluyendo el económico al ahorrar agua.

PALABRAS CLAVE

Arduino, Sistema Experto, Invernadero Inteligente.

OBJETIVO

Mejorar la producción de un invernadero a través de un sistema experto

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- La temperatura del ambiente controlando con ventiladores para bajar la temperatura a menos de 30 grados y con calefactores evitaremos que baje a menos de 5 grados para así no causar daño en las plantas y sus raíces.
- La humedad del ambiente para así evitar daño en las plantas y en el invernadero mismo y sus sistemas se controlara en el rango de 10%-70% de humedad en el aire



- La humedad de la tierra en la que se encuentra cada planta para así administrar el gasto justo del agua, además de entregar a todas las plantas condiciones similares y así normalizar la producción.
- Reemplazo de luz natural con un sistema controlado de luminarias artificiales

SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE CULTIVOS EN INVERNADEROS

Los invernaderos comerciales y de cultivo masivo representan una gran inversión económica en cualquier parte del mundo.

En nuestro medio no existen alternativas a esta tecnología por el hecho de que es relativamente nueva en su aplicación debido a los altos costos la gente prefiere evitarlos, aunque muchos ignoran sus beneficios a largo plazo, en especial por lo complicado de su mantenimiento y del espacio fijo y reducido el cual una vez construido es casi imposible de ampliar, obligando a construir otro nuevo al lado o cerca del primero, el mantenimiento y constante revisión de los sistemas y su funcionamiento, como también el conocimiento de un correcto funcionamiento hace que estos proyectos mueran antes o al poco tiempo de empezado.

Existen varios problemas en los invernaderos por su poca experiencia en el campo y la poca cantidad de personal capacitado, uno de los pilares fundamentales de un invernadero es que brinda la capacidad de tener un microclima en su interior controlable y que le afecte poco o nada el clima en el exterior. Este aspecto es lo ideal pero en la práctica es tan poco conocido el cómo funciona que las personas no logran hacerlo funcionar correctamente o solo funciona por un par de horas al día, la humedad tanto en el ambiente como en la tierra de plantación tampoco es controlada ya que un sistema de riego por ejemplo el de goteo afirma ser una solución óptima pero solo es una herramienta y si es mal o poco utilizada no brinda los beneficios esperados, por ende al tener poca humedad la tierra se reseca y el cultivo se daña en parte o totalmente, mientras que por el contrario si se riega demasiado puede atraer plagas o enfermedades que dañen la planta desde la raíz

irremediablemente.

Es por esto que aunque los invernaderos son de una construcción fija se deben verificar las condiciones externas e internas que tendrán y en nuestro medio no se aprecia lo suficiente por lo que se hace un mal uso de los mismos desde el momento del diseño mismo.

Como consecuencia del mismo las condiciones dentro del invernadero son demasiado fluctuantes y provocan una baja productividad de los invernaderos, debido a las pérdidas o daños en los productos, retrasos en la producción y que el tamaño del producto no sea parejos.

Fig. 1: Árbol de Situación Actual y Futura de Cultivos en Invernaderos.



Fuente: Elaboración Propia

SITUACIÓN DESEADA ACTUAL Y FUTURA PARA CULTIVOS EN INVERNADEROS INTELIGENTES

Los costos de un invernadero ,de su uso y mantenimiento son más elevados que una producción tradicional en tierra, además de las necesidades de contratar personal obliga a que las producciones salgan lo mejor posible, a pesar que la teoría de un invernadero nos dice que los productos deben ser todos de gran calidad y uniformes , además casi sin perdidas, la realidad es que existen perdidas y productos de baja calidad generalmente por falta de conocimientos en el uso correcto del invernadero y sus cuidados.

Al delegar parte de las funciones del invernadero que eran realizadas por personal poco capacitado a un sistema experto diseñado para esta función se pueden prever la mayor parte de los procesos dentro del invernadero y dar respuesta a los

aspectos negativos que se presenten ya que el sistema funcionaría las 24 horas del día, controlando la humedad del aire, la humedad de la tierra de cultivo, la iluminación y la temperatura de todo el microambiente, además de capacitar al personal sobre el uso del sistema y de cómo mantener el sistema (agua constante, revisión de sistema de goteo, calefactores, ventilación, etc.), además de algunos de los demás aspectos externos del mismo en funcionamiento (poda, pesticida, luz de día, etc.).

Con mayor parte del microclima controlado las 24 horas las condiciones interiores del invernadero mejoraran y por tanto la producción, brindando un producto más uniforme, con crecimiento adecuado y dentro del tiempo de cosecha estimado.

Fig. 2. Árbol de Situación Actual y Futura de Cultivos en Invernaderos.



Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE REQUISITOS DEL SISTEMA

Tras analizar toda la información recabada por distintos medios y estudiarla a fondo se determinó que los aspectos tomados en cuenta para el sistema serán los valores que se pueden controlar desde un sistema computacional, ya que los materiales usados en la construcción del invernadero están fuera de un control computacional y son más bien determinadas por el usuario final, por este motivo se decidió no tomarnos en cuenta en los sistemas de control, si bien la investigación demostró que la automatización del invernadero resulta mejor si se plantea desde la construcción del invernadero, la realidad se puede implementar en uno ya construido y por lo general es la forma en la que se realiza.

El sistema para el invernadero automatizado se desarrollara en Arduino con su propio lenguaje de programación, lo ventajoso de usar esta tecnología es en primer punto lo económico ya que es bastante accesible y posee un poder de procesamiento bastante alto. Otro aspecto a destacar es que el sistema funciona de manera independiente y sin necesidad de tener un computador conectado todo el tiempo ni la necesidad de conexiones extras como Internet, su código se almacena en la tarjeta misma del Arduino y solo necesita de una corriente eléctrica estable (entre 5-12 voltios).

La computadora se usa para subir la programación pero después ya no lo necesita es independiente, la conexión a internet solo sería necesaria si el producto tuviera necesidad del mismo pero sería un complemento y no es necesaria en su funcionamiento.

Arduino funciona con código abierto al público y tiene múltiples comunidades que desarrollan tecnologías y sistemas basados en Arduino y comparten sus conocimientos y descubrimientos en la interconexión del sistema Arduino con otros componentes (luminaria, agua, etc.) con la creación de librerías de acceso público (algunas oficiales y otras no) para control básico de algunos sistemas que complementan la investigación y se evaluara su utilidad en el proyecto.

El proyecto está basado en un sistema experto con reglas previamente establecidas. Puesto que se le debe cargar las condiciones y los valores que deseamos controlar y que se cumplan al pie de la letra.

El sistema necesita control en 3 aspectos automatizables dentro del invernadero.



Fig 3. Aspectos de Control por el Sistema Experto



Fuente: Elaboración Propia

PROTOTIPO DE INVERNADERO INTELIGENTE EN FUNCIONAMIENTO

Basado en la información desarrolle un prototipo funcional en una maqueta a escala real de un invernadero de plantas de frutillas, teniendo en cuenta sus necesidades para un óptimo crecimiento se cargó los valores con un radio de manipulación desde el panel de control para precisión y gusto del futuro cliente. El prototipo también brinda información al usuario desde una pantalla lcd en tiempo real y realiza sus mediciones con sus respectivas acciones en cada ciclo de 30 segundos lo cual brinda una buena precisión.

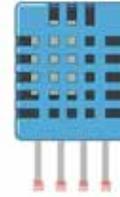
Los sensores consisten en dos módulos.

Fig 4: Panel de Control del Prototipo



El primero módulo usado es el sensor dth I I el cual mide en tiempo real la temperatura y humedad del aire con una precisión aceptable.

Fig. 5: Sensor dth I I



El segundo módulo usado es el sensor terrestre HL-69 de medición de humedad en suelos, el cual mide en tiempo real con una precisión considerable.

Fig. 6: Sensor terrestre HL-69



El sistema cuenta con un pequeño brazo robótico que se encarga de orientar la manguera de riego sobre la maceta que necesite riego, realizando riego por orden hasta que todas tengan el nivel de riego óptimo.

El sistema también cuenta con un sistema de ventilación para el control de humedad y temperatura. Además de un sistema de suplementación de luminaria artificial que cumple las necesidades lumínicas de las plantas.

Fig. 7: Vista Externa del Prototipo



Fig. 8: Vista Interna del Prototipo



El sistema también envía información en vivo a través de una conexión bluetooth con cualquier dispositivo compatible, para las pruebas y demostraciones use dispositivos Android. De igual manera almacena el mismo registro de información en una memoria microSD. La información esta almacenada en un formato .txt para que pueda ser leído por cualquier dispositivo.

Fig. 9: Despliegue de Información



CONCLUSIONES

La búsqueda y el uso de nuevas tecnologías en problemas de la vida cotidiana de las personas es uno de los mejores usos que se le puede dar a la ciencia, el clima y el medio ambiente en nuestra década está cada vez más inestable y tiende a ser cada vez menos controlable que en años anteriores. Ya no podemos arriesgarnos a realizar cultivos tradicionales y por un fenómeno natural fuera de temporada perder toda la producción. La aplicabilidad de estas tecnologías en nuestro medio puede brindar mucho apoyo a los pequeños y medianos productores en poco tiempo, mientras que a los productores mayoristas tecnologías similares acomodadas a sus necesidades pueden ser la mejor solución. Una de las realidades más difíciles para estos cambios es el capital económico, crear un invernadero de grandes proporciones representa una inversión a futuro que puede durar décadas si se cuida bien, por eso en mi opinión aumentar un poco los costos pero automatizando los sistemas dentro del mismo aligera las cargas y permitirá controlar la producción con menos personal y costos de agua reducidos con lo que se recupera la inversión en unos años. Teniendo además todos los beneficios como evitar problemas ambientales y de plagas, retrasos en la producción o robos de cultivos puesto que toda la producción se encuentra aislada en su propio micro clima. Este es en mi opinión solo la punta de esta montaña tecnológica de revolución que puede ayudar a un sector tan necesitado y necesario para todos como es la producción agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

Control climático en invernaderos.

http://www.abcagro.com/industria_auxiliar/control_climatico.asp.ABC agro.

Tipos de invernaderos.

http://www.agrobit.com/Info_tecnica/alternativos/horticultura/AL_000010ho.htm.Agrobit.

INVERNADEROS

<http://invernadero.netai.net/>



Consultado 21 enero de 2011.

CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

http://www.grupo_master.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20

Consultado el 24 de enero de 2011.

LOPEZ, Irineo y Leopoldo HERNANDEZ

2009 "Modelos neuro-difusos para temperatura y humedad del aire en invernaderos tipo cenital y capilla en el centro de Mexico. Agrociencia, Numero 44, pp. 791-805 . Consulta: 12 de abril de 2015. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2010/oct-nov/art-6.pdf>

YIN, Tongtong, Wenjie FENG y Zheyang LI

2011 "Temperature and humidity wireless sensing and monitoring systems applied in greenhouse".

Computer Science and Network Technology

(ICCSNT), 2011 International Conference on. Volumen 2, pp. 857-861. Consulta: 6 de abril de 2013. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6182097&isnumber=6182035>

GONZALEZ, I y A. CALDERON

2009 "Greenhouse automation with programmable controller and decentralized periphery via field bus". Mechatronics, 2009. ICM 2009. IEEE International 67 Conference on, pp. 1-6 . Consulta: 5 de abril de 2013. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4957160&isnumber=4957110>

ALARACON, J.A. 1999 "Control del clima en el invernadero". En A. VILARNAU. Planteles, semilleros, viveros. Barcelona: Ediciones de Horticultura, pp. 31-44.

LOPEZ, Luis 2011 Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural.

Tesis para optar el Titulo de Ingeniero Electronico. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru, Facultad de Ciencias e Ingenieria Consulta: 20 de abril de 2013. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/>

bitstream/handle/123456789/996/LOPEZ_VARGAS_LUIS_CONTROL_TEMPERATURA_INVERNADERO_.pdf?sequence=1

quencia=1

Sistemas Expertos

<http://html.rincondelvago.com/sistema-experto.html>

Reseña del Modelo de Prototipo y Herramientas Case realizado por Breton J. García G. y Rojas I.

Mayo 2011

<http://gestionrrhhusm.blogspot.com/2011/05/modelo-de-prototipo.html>

El uso de prototipos en el ciclo de desarrollo de sistemas

<http://www.monografias.com/trabajos12/proto/proto.shtml>

Paradigmas de la Ingenieria de Software

http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P_proceso/ANALISIS_Y_DISENO_DE_SISTEMAS/IngenieriaDeSoftware/CIS/UNIDAD%201/1.5.htm

Metodologia de Roger Pressman

<https://systeminformacii.wikispaces.com/ODOLOG%C3%8DA+DE+ROGER+PRESSMAN> universidad autónoma de zacatecas - Inicio - uaz.edu.mx

http://ice.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=d8507a5e-b959-4ba3-b708-bf5734a0c8a3

AUTOMATIZACIÓN DE INVERNADERO EN CLIMA TEMPLADO NIÑEZ 2012

http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/865/1/Automatizaci%C3%B3n_Clima_Templado_Ni%C3%B1ez_2012.pdf

Invernadero Automatizado - Dirección General de Educacion Tecnica Recursos Didacticos

http://www.etpcba.com.ar/Documentos/Nivel_Medio/Recursos%20Didacticos/1-INVERNADERO.pdf

Sistema de riego automático | SISTEMAS O.R.P

<https://www.sistemasorp.es/2011/02/07/sistema-de-riego-automatico/>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA-
CONSTRUCCION DE UN INVERNADERO
PARA ESPECIES FORESTALES Y HORTICOLAS

http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/55.pdf

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA-
IMPLEMENTACION DE UN INVERNADERO
PARA PRODUCCION DEL CULTIVO DE
PIMIENTO

http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/23.pdf

Descargar - Biblioteca - ITSON

http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/360_parra_hector.pdf

Sistema de Riego por Goteo-uEA2013 - Universidad
Tecnologica Nacional Facultad Regional Bahia
Blanca

http://uea2013.frbb.utn.edu.ar/wp-content/uploads/TE_3.pdf

Sistemas Expertos

https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto

