

Invernaderos automatizados para el desarrollo de la agricultura familiar en el Marco de la Seguridad Alimentaria

Néstor O. Méndez Clará¹

Resumen. La agricultura en El Salvador es una actividad que se desarrolla aplicando técnicas tradicionales con poco grado de ingeniería y de automatización por parte de los agricultores. En el país existen pocas empresas dedicadas a la producción de verduras y hortalizas por medio de sistemas de invernaderos automatizados o con cierto grado de control. Los costos de instalación de estos sistemas automatizados representan una alta inversión para la mayoría de agricultores que desean entrar en la industrialización de sus cultivos y aumentar la productividad y calidad de sus cosechas para lograr exportar sus frutos. Es por eso que la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, en conjunto con la Escuela Nacional de Agricultura ENA, se encuentra trabajando en el diseño y montaje de un prototipo de sistema automatizado para invernaderos familiares de menor costo, que les permita a los agricultores mejorar su condición económica por medio de una producción más controlada y protegida. Este proyecto nació como una iniciativa para apoyar al Plan de Agricultura Familiar (PAF) que impulsa del Gobierno desde 2011.

Palabras clave. Automatización, Arduino, control automático, ciencia y tecnología, invernaderos, innovaciones agrícolas.

Desarrollo

En El Salvador, el Censo Agropecuario 2008 registra 390,475 unidades productivas, de las cuales el 85.8% son menores a 3 hectáreas; éstas, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, proveen más del 70% de la producción de granos básicos.

A nivel gubernamental, el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha diseñado y puesto en marcha desde el año 2011 el Plan de Agricultura Familiar, PAF.

Este plan beneficiará en todas sus cadenas productivas a 395,000 familias y tiene como objetivo, contribuir al desarrollo de la persona humana en términos de Seguridad Alimentaria y Nutricional y a la reducción de la pobreza extrema en El Salvador.

El PAF está dirigido a atender a más de 70,000 familias agricultoras, que de alguna manera



Fig. 1. Agricultura en zona rural de El Salvador.

ya están produciendo alimentos y tienen conexión con el mercado. Estas familias recibirán una serie de servicios de apoyo que incluyen asistencia técnica para producir y vender, organización para consolidar la oferta con conexiones a más y mejores mercados, así

¹Ingeniero en Electrónica. Jefe de Laboratorios y Talleres Escuela de Ingeniería Mecatrónica, ITCA-FEPADE, Santa Tecla. Email: nestor.mendez@itca.edu.sv.

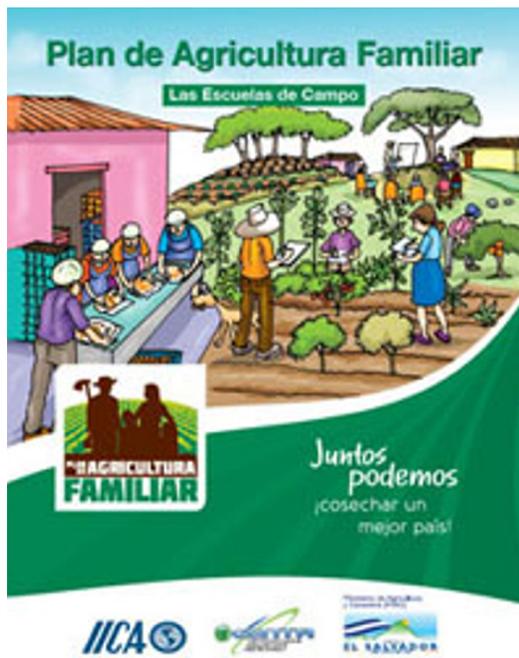


Fig. 2. PAF

como líneas de crédito y seguro agropecuario.

El PAF tiene como uno de los retos la aplicación de sistemas de ingeniería o sistemas de automatización de bajo costo, que les permita a los agricultores aumentar la productividad y calidad de sus cosechas sin necesidad de incrementar en gran manera sus costos de producción. En el país los agricultores de las zonas rurales continúan aplicando técnicas tradicionales para el manejo de cultivos y muy pocos utilizan invernaderos o casas mallas automatizadas para la protección de sus cultivos.

Según datos de algunas empresas que han realizado proyectos de automatización a baja escala y del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, CENTA, el 80% de los invernaderos construidos con cooperación internacional se pierden por desconocimiento de las tecnologías, alto costo de los repuestos, costo de energía eléctrica y falta de agua para los sistemas de riego.

Parte de la solución del problema consiste en la capacitación de los agricultores en el manejo de nuevas tecnologías agrícolas, contar con sistemas automatizados amigables con el agricultor y elaborados según las necesidades, utilizar tecnología disponible para bajar

costos de instalación y mantenimiento, así como usar técnicas para captar y reutilizar el agua lluvia.

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE a través de la Escuela de Ingeniería en Mecatrónica, en asocio con la ENA y con asesoría del CENTA, se encuentran trabajando en un proyecto de investigación aplicada para desarrollar un prototipo de Invernadero Automatizado que contribuya con el PAF en el marco de la Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Automatización de Invernaderos.

De acuerdo a la norma AFNOR V57001 de la comunidad económica europea, se define a los invernaderos como: "Recursos destinados al cultivo y la protección de las plantas, explotando la radiación solar, cuyas dimensiones permiten a un hombre trabajar de forma cómoda en su interior".



Fig. 3. Invernadero.

El invernadero así como otros sistemas para la protección de cultivos, permite influir sobre los factores climáticos que intervienen en el desarrollo del cultivo. Un desarrollo óptimo y equilibrado de las plantas, depende de la forma en la cual factores como temperatura, humedad e iluminación inciden de forma favorable sobre ellos.

En ocasiones, los invernaderos están dotados con sistemas de calefacción, así como elementos que permitan regular determinados factores del medio climático, como iluminación artificial suplementaria o sistemas de ventilación.

Las cubiertas utilizadas tienen un cierto grado de sombra, lo que permite el paso de la luz e impide la salida del calor, lo cual se conoce como efecto invernadero. Para la instalación del sistema de riego de un invernadero se debe tener en cuenta cuál es la fuente de agua. La distancia desde la fuente de agua al cultivo, la diferencia de nivel, la superficie a regar, más el tipo de cultivo, son los datos necesarios para calcular la capacidad de la bomba y la potencia o presión que se necesita.

El riego automático funciona a través de un programador eléctrico. Programa la frecuencia y el tiempo de riego por sectores de acuerdo a la necesidad del cultivo. El equipo envía una señal eléctrica a una electroválvula para que inicie o termine el riego en cada uno de los sectores. Los sectores son regados por medio de aspersores o de goteros instalados en mangueras para riego. La red hidráulica está formada por las tuberías y los accesorios diseñados para una correcta instalación del circuito.

Los tiempos de riego, la frecuencia de ellos, la temperatura, la cantidad de luz que ingresa al invernadero y otras condiciones más, pueden ser controladas hoy en día por medio de sistemas automatizados, tales como micro controladores Arduino, relés programables, Controladores Lógicos Programables PLC; estos permiten mejorar la productividad al combinarlos con las técnicas correctas de riego y el manejo de fertilizantes.

Sistema para automatización.

El desarrollo de la tecnología a nivel internacional permite tener una gran gama de dispositivos para la automatización de equipos o de sistemas. Hoy en día se puede utilizar dispositivos de bajo costo como micro controladores Arduino, Circuitos Integrados Programables PIC, dispositivos temporizadores semanales y relés programables. Para realizar tareas más complejas se pueden utilizar Controladores Lógicos Programables (PLC) y sistemas de Interfaz Humano Máquina (HMI), los cuales poseen un costo mayor que los anteriores.



Fig. 4. Sistema para control de Invernaderos CENTA.

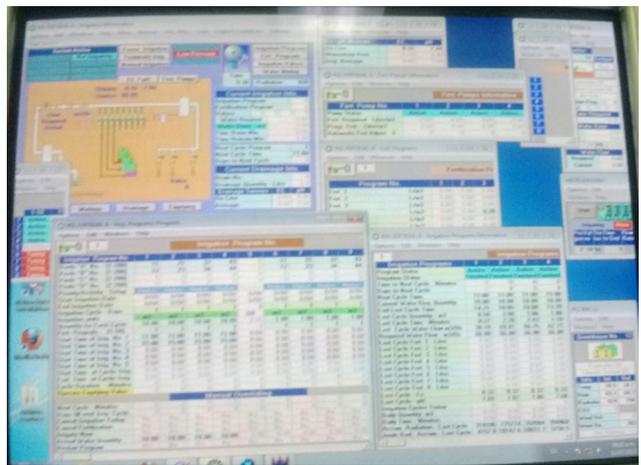


Fig. 5. Pantalla de Software para manejo de Invernaderos.

Una primera solución para automatizar los sistemas de riego en un invernadero es programar el día, hora y frecuencia del riego utilizando temporizadores semanales. Estos dispositivos pueden controlar una o dos electroválvulas y se les puede programar el horario y la frecuencia.



Fig. 6. Temporizador y electroválvula.

Otra propuesta más novedosa es el uso de relés programables, tal como el LOGO 0BA7, el cual proporciona las funciones de temporizador semanal que contiene el equipo anterior, más entradas y salidas que le permitan conectar interruptores, botoneras, sensores, relés y electroválvulas.



Fig. 7. LOGO, Electroválvula y sensores.

Una última propuesta puede ser el uso de Controladores Lógicos Programables (PLC) y de Interfaces Humano Maquina (HMI), los cuales permiten al agricultor interactuar con el equipo y visualizar de forma sencilla los diferentes parámetros de operación del invernadero.

Invernadero Automatizado.

Para el desarrollo del proyecto de automatización de invernadero que se ejecuta de forma conjunta con la ENA, se ha tomado como referencia el modelo de invernadero que proporciona CENTA, el cual se encuentra montado en las instalaciones de la ENA.

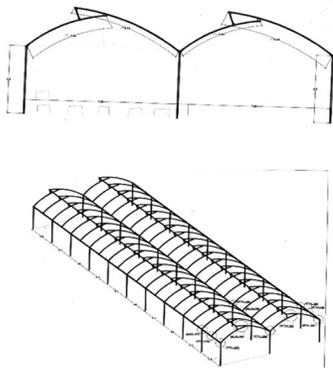


Fig. 8. Esquema de invernadero # 5 ENA.

El invernadero número cinco de la ENA es el espacio seleccionado para realizar la automatización. En el proyecto de investigación el sistema contará con una batería de sensores capaces de medir temperatura, humedad relativa y radiación solar.

Los sensores estarán ubicados al centro de invernadero y enviarán señales en formato analógico de 4 a 20 mA a un PLC, el cual, por medio de sus entradas análogas leerá la señal de cada uno de los sensores y los presentará en una HMI para que el agricultor pueda observar de forma clara las lecturas. Además, el sistema será capaz de enviar una alarma de sobre temperatura por medio de una aplicación con Arduino GSM.



Fig. 9. Diagrama de Invernadero No. 5. ENA

El sistema de riego del invernadero será controlado por medio de un PLC, el cual se encarga de activar el encendido y apagado de la bomba, controlar el nivel de agua de los tanques, así como controlar la apertura y cierre de las electroválvulas para regar cada una de las zonas asignadas en el invernadero. El sistema de riego cuenta con un tanque de 3,000 lt, el cual contiene el agua para el riego y sensores de proximidad capacitivos para verificar los niveles máximos y mínimos de agua. Se cuenta con otro tanque de 450 lt, el cual contiene la mezcla de químicos a ser aplicados al cultivo. Esta mezcla de químicos se determina según tablas que indican cuanto cantidad de minerales aplicar por cada litro de agua.

Esta mezcla final de agua y químicos es aplicada a cada una de las camas de cultivo, la cual cuenta con una cinta de riego por goteo que entrega la mezcla a cada planta.

Esta técnica de riego está basada en experiencias del CENTA y otras empresas dedicadas a desarrollar proyectos de riego para pequeños agricultores. El invernadero au-

tomatizado a construir será mostrado por la ENA a los agricultores para que lo implementen, debido a su bajo costo de construcción, mantenimiento y funcionamiento. para que lo implementen, debido a su bajo costo de construcción, mantenimiento y funcionamiento.

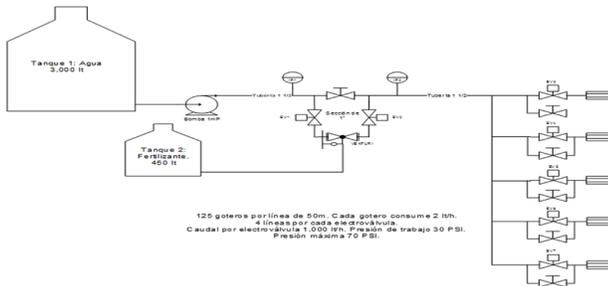


Fig. 10. Sistema de riego para invernadero No. 5.

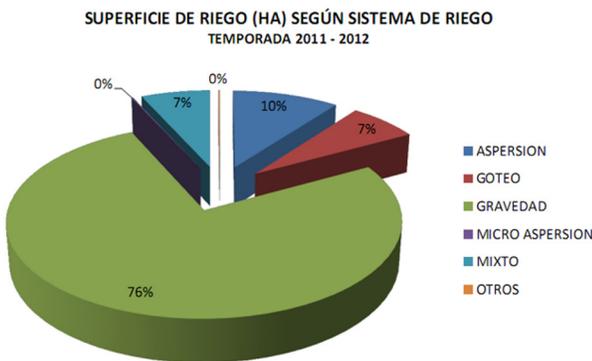


Fig. 11. Técnicas de riego, periodo 2011 – 2012 en El Salvador.

Todo el sistema de acceso, control de riego y demás condiciones del invernadero serán gobernadas por un controlador que se encargará de monitorear y controlar todos los dispositivos. Además, se contará con un sistema de monitoreo desde cualquier dispositivo celular o con sistema Android en el que se podrá recibir información sobre el estado del invernadero.

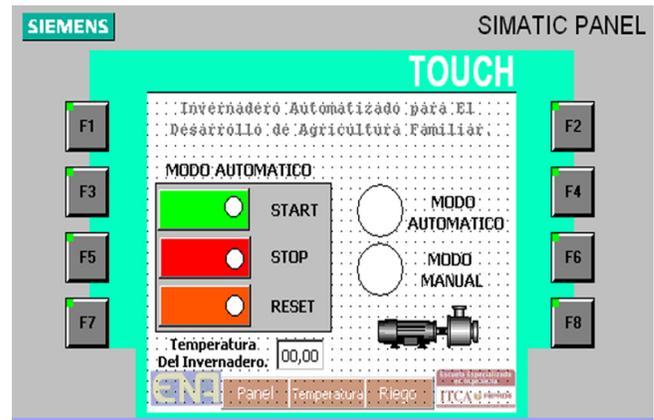
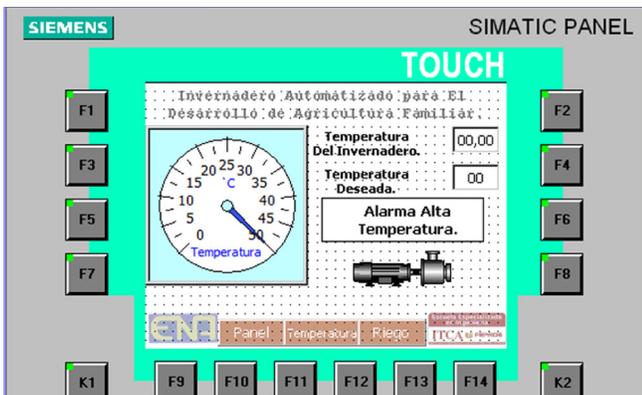


Fig. 12. Interfaz para configuración de sistema de control de invernadero.

El sistema automatizado para el invernadero que se proyecta innovar, tendrá la ventaja de contar con tecnología amigable y de fácil operación para el agricultor. Con este sistema de control, el agricultor podrá controlar la frecuencia y la duración de los periodos de riego, además podrá configurar los días de la semana en los cuales desea aplicar sólo agua o agua con fertilizante.

Conclusiones

En El Salvador es importante desarrollar políticas innovadoras y nuevas tecnologías que ayuden al desarrollo del sector agrícola. Los sistemas automatizados permiten aumentar la productividad y calidad de los sistemas de riego, aprovechando los recursos tecnológicos disponibles en el mercado local.

Con la experiencia obtenida por CENTA y otras empresas dedicadas a la automatización de sistemas de riego y construcción de invernaderos, podemos darnos cuenta que en nuestro país, para mejorar la producción agrícola nacional utilizando nuevas tecnologías, será necesario invertir tiempo y recursos en la capacitación de los agricultores, tanto en el manejo como en el mantenimiento de estas tecnologías.

Para mejorar el mantenimiento y el monitoreo de las condiciones climáticas en los invernaderos automatizados, es conveniente diseñarlos con la capacidad de generar alarmas para ser enviadas por te-

telefonía móvil GSM a los responsables de manejarlos.

Es importante estimular alianzas estratégicas entre instituciones de educación superior para desarrollar proyectos de investigación aplicada del sector agrícola que contribuyan a resolver problemas de interés nacional tal como se ha hecho en este proyecto entre ITCA-FEPADE y la ENA.

Bibliografía

INSTALACIÓN de un invernadero: cultivos protegidos bajo invernaderos [en línea]. Jacaltenango, Guatemala, 2009 [fecha de consulta 24 Julio 2013] Disponible en: <http://www.actiweb.es/artiplast/archivo2.pdf>

MARTIN Manzano, María del Mar. LA FAO y la agricultura familiar : el caso de El Salvador [en línea]. San Salvador, El Salvador: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO), 2012. [fecha de consulta: 19 julio 2014].

Disponible en: <http://www.aecid.org.sv/wp-content/uploads/2013/12/La-FAO-y-la-Agricultura-Familiar.pdf?bc3f0c>

RAMÍREZ Cruz, Fátima Carolina, PORTILLO Lemus, Sandra Yolanda y PACHECO Reyes, Gabriela Natalí. Análisis estructural del sector agropecuario en El Salvador : evolución e implicaciones en la seguridad alimentaria del sector rural. Tesis (para optar al grado de licenciado (a) en economía). Antiguo Cuscatlán, El Salvador: Universidad Centroamericana "José Simeón cañas", Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2011 180 p. Disponible en: http://www.uca.edu.sv/deptos/economia/media/archivo/c88ce7_analisisestructural-delsectoragropecuarioensalvador,evolucioneiimpli-cacionesenlasegu.pdf

SISTEMAS de riego utilizados en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego [en línea]. Soyapango, El Salvador: : Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego 2012 [fecha de consulta: 15 Julio 2012]. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/index.php?>



Escuela Especializada en Ingeniería
ITCA  **FEPADE**

LAS OPORTUNIDADES SON ESCASAS CUANDO TODOS ESTUDIAN LO MISMO

¿Porqué formarte como los demás si puedes optar por algo mejor?

Elige ser un técnico del ITCA.