



Innovación agrícola sustentable mediante el desarrollo de un sistema de cultivo automatizado con monitoreo HMI de variables a través de la irrigación

Sustainable agricultural innovation through the development of an automated cultivation system with HMI monitoring of variables through irrigation

Hernández Orduña María Graciela^{1*}, Sierra-Camona Celia Gabriela²

¹El Colegio de Veracruz, Carrillo Puerto no. 26, col. Centro, 91000, Xalapa, Veracruz, México.

²Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Sección 5a Reserva Territorial S/N, Col. Santa Bárbara, C.P. 91096 Xalapa, Veracruz

*Autor de correspondencia: Gracielahernandez.orduna@gmail.com

Recibido 27 de marzo 2019; recibido en forma revisada 30 de mayo 2019; aceptado 12 de julio 2019

RESUMEN

La innovación tecnológica representa un aspecto clave para lograr una agricultura competitiva y sustentable. La necesidad de proponer soluciones a este sector mediante la planeación y ejecución de proyectos innovadores está motivada principalmente por los desafíos de un mundo globalizado, tales como: el aumento de la población, la aceleración del cambio climático, la necesidad de disminuir el impacto ambiental provocado por la agricultura industrial y las emergentes tendencias hacia el consumo de alimentos libres de sintéticos, pesticidas, herbicidas y fertilizantes artificiales. El presente trabajo de investigación conjuga el conocimiento y la tecnología para coadyuvar en el fortalecimiento y desarrollo competitivo de los pequeños agricultores de las zonas áridas y semiáridas del estado de Veracruz, México., mediante el diseño y desarrollo de un sistema de cultivo con control automático (software) en conjunto de su respectiva HMI (acrónimo de Human Machine Interface, interfaz hombre-máquina) disponiendo su funcionamiento para satisfacer las necesidades de cultivo de manera inteligente, con un impacto de producción en masa a través del control y monitoreo de variables: pH, temperatura, nivel, presión y flujo de agua.

Palabras clave: Tecnología, agricultura, automatización, monitoreo.

ABSTRACT

Technological innovation represents a key aspect to achieve competitive and sustainable agriculture. The need to propose solutions to this sector through the planning and execution of innovative projects is mainly motivated by the challenges of a globalized world, such as: the increase in population, the acceleration of climate change, the need to reduce the environmental impact caused for industrial agriculture and the emerging trends towards the consumption of foods free of synthetics, pesticides, herbicides and artificial fertilizers. This study combines

knowledge and technology to help strengthen and develop competitive smallholder farmers in the arid and semi-arid areas of the state of Veracruz, Mexico, through the design and development of an automatic control crop system (software) as a whole of their respective HMI (acronym for Human Machine Interface) providing its operation to meet the growing needs intelligently, with a mass production impact through the control and monitoring of variables: pH, temperature, level, pressure and water flow.

Keywords: Technology, agriculture, automation, monitoring.

INTRODUCCIÓN

El control automatizado en la agricultura se considera en amplio desarrollo desde 2010; no obstante, si bien la confianza que los pequeños productores empiezan a depositar en la tecnología va en aumento, no es suficiente para generar un impacto en este sector. La agricultura conocida como de precisión (Marote, 2010) ha demostrado que la tecnificación de los procesos productivos permite incrementar y eficientizar la producción, mostrando grandes resultados bajo climas áridos (Riva et al., 2017).

México destaca a nivel internacional por ser un país geográficamente diverso, pues cada una de sus regiones tiene características propias: ambientales, recursos e infraestructura para el desarrollo competitivo de la agricultura, lo que se traduce en un panorama amplio de posibilidades para la producción y comercialización de productos alimenticios inocuos, sanos y de calidad mundial. El 54,3% de su territorio lo comprenden regiones áridas, muy áridas y semiáridas, es así que, de los 32 estados que conforman la República mexicana, 25 presentan estas características (Oropeza et al., 1997).

Actualmente más del 70% de las unidades de producción rural es atendido por pequeños productores, campesinos e indígenas que poseen superficies menores o equivalentes a cinco hectáreas, y la mayoría de su producción está enfocada en satisfacer las necesidades del autoconsumo, además de contribuir enormemente a la seguridad alimentaria familiar, nacional y mundial (SEDESOL, 2015). Cabe destacar que el 80% de los alimentos orgánicos que se producen en

México provienen de zonas rurales e indígenas, principalmente de los estados del sur de Chiapas y Oaxaca, cuya producción se exporta a Europa, Estados Unidos y Canadá (González, 2010). En ese sentido, se ha identificado como área de oportunidad la integración de herramientas tecnológicas al proceso productivo rural, con la intención de impulsar y fortalecer las actividades de producción primaria, sanidad e inocuidad, así como el proceso de agregación de valor y las formas de acceso a los mercados que permitan generar sustentabilidad.

Las condiciones naturales de Veracruz dan lugar a diferentes alternativas de producción agrícola, permitiendo a los productores realizar su actividad en una gama de más de 110 cultivos diferentes. La agricultura representa el 50.6% del valor de la producción agropecuaria forestal y pesquera del estado (SEDARPA, 2012). De aquí que resulte pertinente el desarrollo de proyectos en innovación tecnológica agrícola de carácter municipal, regional y estatal. Asimismo, el territorio veracruzano está catalogado entre los estados del país que presentan regiones áridas, semiáridas o muy áridas. El presente desarrollo tecnológico permitirá atender a mediano plazo las necesidades del sector agrícola, específicamente de los pequeños agricultores del estado de Veracruz, con la finalidad de otorgarles herramientas que les permitan mejorar las prácticas de cultivo, optimizar el uso de recursos energéticos, mejorar la productividad de la mano de obra, incrementar el nivel de producción, además de ofrecer al mercado productos varios y de mejor calidad. Se tiene contemplado diseñar y desarrollar un sistema de cultivo automatizado

a partir del perfil del usuario -agricultor-, altamente intuitivo y de menor costo de inversión.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se propusieron los siguientes alcances:

Realizar un estudio de inteligencia competitiva a través de la revisión del conocimiento de frontera, un monitoreo tecnológico para identificar las patentes y características de la tecnología actual, así como un estudio de mercado para analizar y comprender el contexto económico, social y comercial en el que se encuentra la tecnología propuesta.

Diseñar y desarrollar un sistema de cultivo automatizado con monitoreo HMI que permita controlar, censar y monitorear las variables: pH, temperatura, nivel, presión y flujo de agua, etcétera, con sensores integrados a través de un arduino en su configuración DAQ (Tarjeta de Adquisición de Datos) como interface de control y una plataforma LABVIEW de lenguaje de alto nivel.

Validar la funcionalidad del prototipo mediante pruebas de campo y estaciones experimentales para observar los resultados del cultivo de tres productos distintos: fresas, plantas de ornato y hortalizas.

Adaptar el prototipo a una versión comercial, así como la exploración del modelo más adecuado para el registro de propiedad intelectual y la transferencia de tecnología.

Para lograr lo anterior se realizarán tres fases de desarrollo que se detallan a continuación:

1ra fase- Creación: Realizar el diseño conceptual del prototipo del sistema y la construcción de las estaciones experimentales para las pruebas de campo.

2da fase- Validación: Desarrollar las pruebas de campo para demostrar la funcionalidad del prototipo. El sistema será sometido a pruebas en estaciones experimentales de tres tipos de cultivo diferentes para observar el comportamiento de sus componentes en condiciones ambientales distintas.

3ra fase- Adaptación: Escalar el prototipo de campo hacia un sistema con características comerciales, a partir de los resultados observables que arrojen las pruebas en las estaciones experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de las primeras dos fases realizadas, ya que el proceso de desarrollo de la 3ra fase es parte de un siguiente estudio.

1ra fase Creación

Los componentes del sistema fueron integrados a través de un arduino en su configuración DAQ como interface de control y una plataforma LABVIEW de lenguaje de alto nivel. El desarrollo de este proyecto implicó la ejecución de un proceso estratégico de innovación, cuyas fases sustantivas se refieren a las etapas de creación, validación, adaptación y transferencia de tecnología. El esquema para el desarrollo del prototipo es el representado en la figura 1:

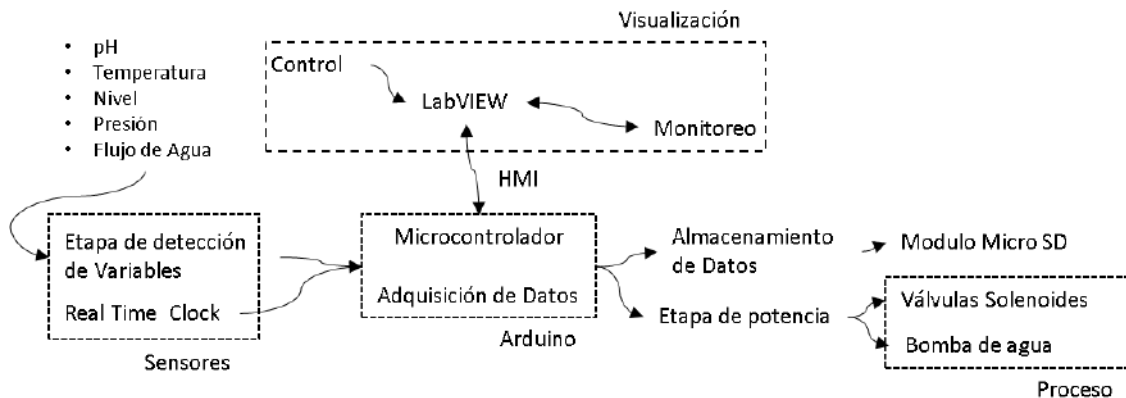


Figura 1. Esquema para el desarrollo del prototipo

Describiendo el esquema anterior, se presentan las variables que se procesaran y controlaran durante el proceso de cultivo, entrando a una etapa de detección y censado. Además, se muestra el real time clock que llevará la relación de tiempo en el proceso, para después ingresar las variables al arduino configurado como DAQ; a su vez, a través de la HMI se notifica con el software LabVIEW quien monitorea las variables, y conforme a la programación precargada realiza un proceso de control de las variables para un óptimo funcionamiento del sistema, enviando la información al procesador del arduino y así ajustar el proceso en la etapa de potencia. Aunado a esto, existe una etapa de almacenamiento de datos que registra el monitoreo, controla todas las variables y las almacena en una tarjeta micro. El diagrama electrónico de este proceso de cultivo se en la figura 2, donde se muestran los componentes electrónicos utilizados para el censado de variables y los agentes necesarios en el proceso.

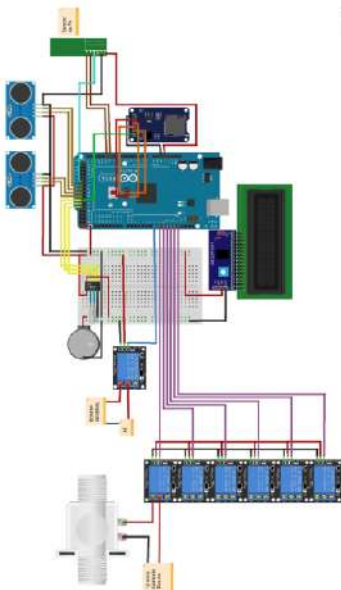


Figura 2. Diagrama electrónico del proceso

A continuación se muestra el prototipo preliminar (figura 3) y la interface de

visualización de variables y control de procesos realizados en LabVIEW (figura 4):

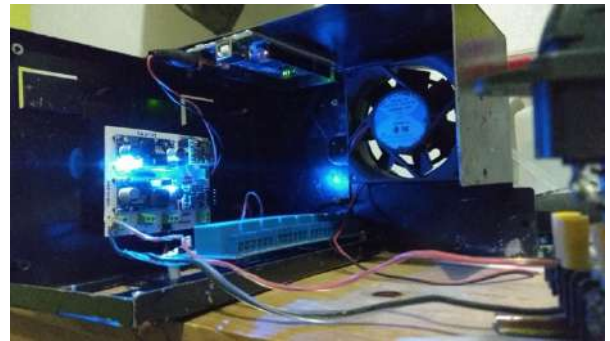


Figura 3. Prototipo Preliminar

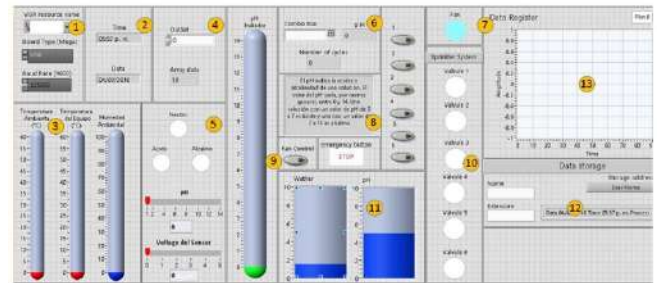


Figura 4. Interface de Visualización

2da fase- Validación

El prototipo fue sometido a pruebas de campo mediante el diseño de una estación experimental para el cultivo de jitomate; será a partir de los resultados observables de su funcionamiento que se integren las adaptaciones. Por otro lado, en las estaciones experimentales se evaluaron las variaciones de salinidad a través del pH que proporcionaron los sensores para lograr los ajustes y calibración adecuados en la programación, además de analizar y comparar las programaciones de control para determinar los valores mínimos y máximos de las variables utilizadas. En esta fase nos enfocamos en mejorar la calidad del cultivo del jitomate mediante el control y monitoreo del pH del agua, así como la irrigación a través de un sistema de filtrado, re-alimentación y almacenamiento de agua para el riego constante y controlado.

Se prepararon 5 reglas de 2.25m (figura 5), a las cuales se les colocaron 12 plántulas por

línea en bolsas orgánicas que facilitaron la instalación y sostén del crecimiento de las plántulas (figura 6), y se le adaptaron válvulas para el sistema de riego controlado (figura 7). Asimismo, el ph fue controlado a través del sistema de circulación.

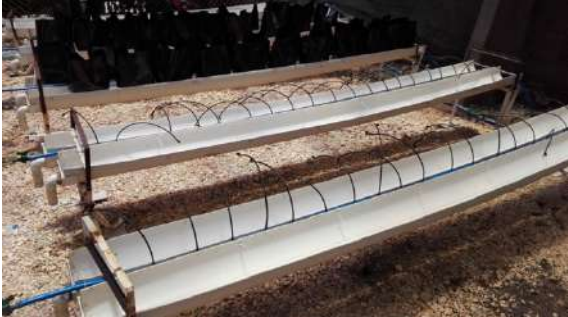


Figura 5. Sistema de canales con válvulas



Figura 6. Colocación de plántulas



Figura 7. Prototipo de irrigación.

De manera empírica, se ha detectado un rendimiento mayor en el factor de crecimiento y ahorro del recurso agua, por lo que se han iniciado pruebas de forma cuantitativa en cuanto al periodo de crecimiento y al tamaño alcanzado de las plantas, la calidad del producto y el ahorro en riego, y a partir de tales datos establecer el inicio de la fase 3, a fin de escalar el sistema a uno con características comerciales, así como realizar pruebas pilotos en otro tipo de cultivos como fresas y

hortalizas con diferentes tipos de productos para una cosecha.

CONCLUSIONES

Este sistema aporta importantes beneficios al proceso productivo de cualquier tipo de cultivo, por ejemplo:

- La alta automatización logra un ahorro significativo de mano de obra, agua y energía.
- El sistema es flexible, compacto y adaptable a cualquier tipo de terreno.
- Permite el cultivo y cosecha de productos en cualquier temporada.
- Incide en un alto rendimiento y calidad de los cultivos, gracias a la regulación de un nivel óptimo de las condiciones ambientales.
- Influye positivamente en el incremento de la producción a bajo costo.
- El sistema implica un menor costo de inversión respecto a los sistemas que existen en el mercado, actualmente al ser pensado a partir del perfil del consumidor, es decir, los pequeños agricultores

Con este estudio, se argumenta que la integración de tecnologías agrícolas basadas en los usuarios significa un primer eslabón en la cadena de producción, distribución y comercialización de alimentos sanos. Por ello la incorporación de un sistema automatizado de cultivo, que permita monitorear y controlar las variables ambientales del proceso productivo, significa un primer acercamiento a los pequeños productores a la integración de tecnología, ampliando su panorama y perspectiva hacia la implementación de buenas prácticas de agricultura y sustentabilidad en torno a la inocuidad de los alimentos, el impacto ambiental, salud, seguridad y el bienestar del consumidor. Al mismo tiempo los encamina hacia la expansión de nuevos mercados regionales, nacionales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Marote. M.L. 2010. Agricultura de precisión, ciencia y tecnología 10, ISEU.
- Riva. E., A., Tejada. J., F. Carmona, F. Frati, M. Pérez, E. Portugal Murcia, N. Acosta, J. M. Toloza. 2017. Agricultura de precisión y data-driven agriculture en regiones de climas áridos, XIX workshop de investigadores en ciencias de la computación.
- Oropeza. O. Oralia, Alfaro .S. Gloria. 1997. Vulnerabilidad global de las zonas áridas a la desertificación, geografía y desarrollo, 15, 27-35.
- González. C. Yessica. E. 2010. Propuesta para la formación de una comisión de biotecnología agrícola de la ciudad de México a partir de las experiencias de beiging y shangai. Centro de estudios China-Mexico, UNAM.
- SEDARPA (Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca). 2012. Programa veracruzano de desarrollo agropecuario, rural, forestal y pesca. 2011-2016.
- SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social). 2015. Foro internacional para fortalecer la agricultura familiar, campesina e indígena.