

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN HUERTAS FAMILIARES

APPLICATION OF TECHNOLOGY IN HOME GARDENS

Angeles Hernández Leonor¹, Acosta Miranda Mónica Leticia², Pérez Machorro Julio³,
Domínguez Estudillo Daniel⁴, Sánchez Arias Laura Alejandra⁵

¹Maestra en Administración. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cuautla, docente del Depto. de Sistemas y Computación. leonor.angeles@cuautla.tecnm.mx, 7351222241, Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Col. Juan Morales, Yecapixtla, Morelos.

²Dra. en Ciencias Administrativas. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cuautla, Coordinadora de Posgrado y docente del Depto. de Ciencias Económico-Administrativas. monica.acosta@cuautla.tecnm.mx, 7351222241, Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Col. Juan Morales, Yecapixtla, Morelos.

³Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecatrónica. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cuautla, Jefe del Depto. de Desarrollo Académico y docente del Depto. de Metal-Mecánica. julio.perez@cuautla.tecnm.mx, 7351222241, Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Col. Juan Morales, Yecapixtla, Morelos.

⁴Ing. Industrial. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cuautla, docente del Depto. De Ingeniería Industrial. daniel.dominguez@cuautla.tecnm.mx, 7351222241, Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Col. Juan Morales, Yecapixtla, Morelos.

⁵Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cuautla. Estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. 18680227@cuautla.tecnm.mx, 7351222241, Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Col. Juan Morales, Yecapixtla, Morelos.

Resumen -- La finalidad de este proyecto es diseñar y elaborar huerto urbanos o familiares apoyados con la tecnología mediante el Internet de las cosas (IoT) beneficiando principalmente a pequeños agricultores, amas de casa, familias y adultos mayores de la región Oriente de Morelos, que gustan de producir su propio alimento, sin importar el espacio, localización, tiempo o distancia, ya que podrán monitorear el huerto a través de su dispositivo móvil o computadora, reduciendo así el tiempo invertido en los cuidados básicos y de una forma más sencilla. De esta manera tendrán acceso a vegetales, especias y condimentos saludables más la satisfacción de haber producido su propio alimento en una actividad recreativa, terapéutica y que puede realizarse con toda la familia en conjunto. Todo esto significa que pueden consumir productos frescos y de temporada, con mayor valor nutricional y solo con aprovechar los espacios libres. El proyecto se encuentra en desarrollo y se están realizando prototipos de huertos con diferentes dimensiones y productos, con nutrientes orgánicos y con apoyo de la tecnología IoT en el diseño y desarrollo de un sistema de riego y monitoreo automatizado de manera de controlar el estado y desarrollo de los productos. El proyecto beneficiará a la población de la región, ayudando a tener una mejor alimentación, una vida sana, prevenir enfermedades, proteger la salud y, por qué no, generar un ingreso extra con la venta de los excedentes de producción.

Palabras Clave: Huertos familiares, Internet de las cosas, agricultura urbana, alimentación saludable.

Abstract -- The aim of this project is to create urban or family gardens with IoT technology, benefiting small farmers, housewives, families, and elder people in Morelos Orient region. They'll be able to produce their

own food regardless of space or location by monitoring the garden through their mobile device or computer, saving time and effort in the process. This way, they can access healthy vegetables, spices, and condiments while enjoying the satisfaction of growing their own food as a recreational and therapeutic family activity. The project is currently in development, creating orchard prototypes with different dimensions and organic nutrients. With the support of IoT technology, an irrigation and automated monitoring system is being designed to control product development. Ultimately, the project aims to improve the region's diet, promote a healthy lifestyle, prevent diseases, protect health, and potentially generate an extra income from surplus production.

Key words – Family gardens, Internet of things, urban agriculture, healthy eating.

INTRODUCCIÓN

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 2, Hambre cero, de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) considera la importancia de cambiar a profundidad el sistema agroalimentario mundial con la intención de estar en condiciones de *alimentar a más de 820 millones de personas que padecen hambre y a los 2000 millones de personas más que vivirán en el mundo en 2050* [1]. Esta preocupación no es reciente, la Agenda 2030, adquiere impulso en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972. En el año 2000 se lanzan los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) y, en el año 2015, la ONU resuelve extender los ODM y llamarlos objetivos de desarrollo sostenible. Estamos hablando de cuatro décadas de diálogo y debate multilateral sobre la manera de dar solución a los desafíos medioambientales, sociales y económicos a los que se enfrenta la comunidad

internacional [2]. Uno de los temas recurrentes en estos objetivos es el intento de abatir el hambre.

El aumento de la productividad agrícola y la producción alimentaria sostenible son cruciales para ayudar a aliviar los riesgos del hambre. De acuerdo a datos de (ONU), con cifras que resultan escalofrantes, el hambre alcanza ya a 193 millones de personas en el mundo, diariamente mueren de hambre 24.000 personas en el mundo, 18.000 son niños y niñas de entre uno y cuatro años, es decir, ocho de cada diez personas [3]. Son muchas y variadas las causas de este problema. En 2021, de acuerdo al Informe Global sobre Crisis Alimentarias 2022, se considera como las más representativas: los conflictos, las condiciones climáticas extremas y los choques económicos derivados de la pandemia de COVID-19 como los principales propulsores del avance del hambre. Otro factor que ha cobrado peso es la guerra en Ucrania que *ha puesto de manifiesto la interconexión y fragilidad de los sistemas alimentarios mundiales con graves consecuencias para la seguridad alimentaria y nutricional global* [4], provocando escasez de alimentos que constituye una de las principales causas del hambre en el mundo.

A esto se puede sumar la contaminación del suelo, el uso de agroquímicos y hormonas en los cultivos, la mala distribución de los alimentos, entre otros muchos factores más que han provocado escases de alimento y altos precios de los mismos, por lo que la implementación de huertos familiares inteligentes sería una solución al problema, tanto en el campo como en la ciudad y sobre todo para aquellas personas que no tienen el tiempo suficiente para proporcionar los cuidados que un huerto requiere.

Ante estos desafortunados escenarios, producir nuestros propios alimentos, es una alternativa a considerar como un medio de abastecimiento de alimentos, como potencial plataforma de desarrollo local y seguridad alimentaria que contribuye a mejorar la alimentación, los ingresos y el medio ambiente de la población [5]. La agricultura urbana, como se conoce a la práctica de la agricultura con cultivos dentro de espacios urbanos reducidos, como son los traspatios de las casas y las terrazas de los edificios de pueblos y ciudades, pretende producir alimentos frescos para el autoconsumo [6]. De acuerdo al lugar en donde se desarrolla se identifica como agricultura urbana al cultivo de plantas en el interior de las ciudades y como Agricultura Periurbana aquella que se realiza en los alrededores de las ciudades [7].

Con la agricultura urbana se busca enriquecer la dieta familiar y estimular la generación de áreas verdes en las ciudades mediante el uso sustentable de los recursos naturales, respetando el saber y las tradiciones locales. La agricultura urbana, tal y como lo declara la Organización

de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, brinda alimentos frescos, crea empleo, recicla residuos urbanos, genera cinturones verdes y fortalece la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático [8].

La agricultura urbana, que actualmente es una alternativa que brinda alimentos nutritivos para la población, no es una tendencia nueva, ya que fue desarrollada por las civilizaciones antiguas como las persas, con sus jardines flotantes; los monasterios medievales en Europa, o las terrazas de los aztecas e incas [9]. Se recurre nuevamente a ella en la primera mitad del siglo XX en Europa, frente a la necesidad de producir alimentos durante las dos guerras mundiales. Se les conocía como jardines de guerra o jardines de la victoria y se promovían entre la ciudadanía, no solo para producir alimentos para alimentar a las tropas sino también para el consumo en las ciudades [10].

En nuestro país, el acelerado crecimiento demográfico de la Ciudad de México ha provocado pobreza y desnutrición. Un mayor número de habitantes requiere alimento (hortalizas, frutas, carne, leche, etcétera) y todo lo tienen que comprar. Los huertos familiares biointensivos (HFB) contribuyen a la erradicación del hambre y la pobreza, aprovechando al máximo los espacios disponibles. Por ello, el gobierno federal impulsó la agricultura familiar a través de la SAGARPA y la Asociación de Egresados de Chapingo (ANECh), por medio de un convenio para la operación técnica del Componente de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio (CAFPT). El objetivo es erradicar el hambre con proyectos que logren la seguridad alimentaria en las familias de las regiones periurbanas [11]. La agricultura urbana o huertos de traspatio cobraron auge como medio innovador y ecológico de obtener alimentos principalmente durante la contingencia sanitaria derivada del Covid 19, como una actividad recreativa y terapéutica ante las medidas impuestas como la limitación a la salida a los centros de acopio y, al mismo tiempo, utilizar lo que se cultiva en el consumo regular, contando con la disponibilidad de los productos en el momento que se requiere.

Dada la importancia del tema, algunos organismos gubernamentales, como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), han incursionado en actividades orientadas al desarrollo de tecnologías para la producción agrícola con fines de autoconsumo principalmente, para la producción de hortalizas y hierbas de olor [6]:

1. Modelo de producción vertical en tubos de PVC de 20 cm de diámetro, basado en la fertirrigación mediante un depósito elevado y la aplicación de insecticidas y fungicidas preventivos para el

- desarrollo de lechuga, albahaca, acelga, chile poblano, jitomate y fresa.
2. Modelo de producción en una estructura metálica de tres capas para cultivos de chile jalapeño, orégano y epazote.
 3. Sistema hidropónico, donde se sembraron cuatro variedades de lechuga.

Los tres casos tuvieron resultados satisfactorios y replicables.

Una manera de incentivar a la población a contar con huertos familiares podría ser mediante la automatización que eliminaría la preocupación por el tiempo que estos requieren, ya que podrían ser controlados desde su aplicación móvil o simplemente dejar que el sistema funcione automáticamente, al mismo tiempo la recolección de datos sobre los cuidados de los cultivos permite llevar un control sobre el adecuado desarrollo de los productos.

El objetivo de este proyecto es producir legumbres, plantas aromáticas y condimentos de consumo familiar, aplicando la tecnología. Está dirigido a adultos mayores, amas de casa y pequeños agricultores de la región Oriente del estado de Morelos, con acceso a pequeñas superficies de terreno o espacios en casa para producir sus propios alimentos, con la seguridad de que obtendrán productos libres de productos tóxicos que les proporcionarán una buena alimentación y con la posibilidad de obtener ingresos adicionales a través de la venta de los excedentes.

Hoy en día cada vez es más común encontrar aparatos inteligentes, incluso dentro de nuestras casas, que guardan información y pueden ser fácilmente manipulados desde un dispositivo móvil, tal como lo son televisores, aires acondicionados, iluminación, refrigeradores, ventiladores, sistemas de audios, por mencionar algunos. El uso de estos aparatos inteligentes da entrada a la utilización de redes de área de personal y desde hace poco, también a las redes de área corporal.

Por otra parte, el término IoT o Internet de las cosas, se refiere a la red colectiva de dispositivos conectados y a la tecnología que facilita la comunicación entre los dispositivos y la nube, así como entre los propios dispositivos. Gracias a la llegada de los chips de ordenador de bajo costo y a las telecomunicaciones de gran ancho de banda, ahora tenemos miles de millones de dispositivos conectados a Internet.

Esto significa que los dispositivos de uso diario, como los cepillos de dientes, las aspiradoras, los coches y las máquinas, pueden utilizar sensores para recopilar datos y responder de forma inteligente a los usuarios. El Internet de las cosas integra las “cosas” de uso diario con Internet.

Los ingenieros en informática llevan agregando sensores y procesadores a los objetos cotidianos desde los años 90. Sin embargo, el progreso fue inicialmente lento porque los chips eran grandes y voluminosos. Los chips de ordenador de baja potencia llamados etiquetas RFID se utilizaron por primera vez para el seguimiento de equipos caros.

A medida que se reducía el tamaño de los dispositivos informáticos, estos chips también se hacían más pequeños, más rápidos y más inteligentes. El costo de la integración de la potencia de computación en objetos pequeños se redujo en gran medida. Por ejemplo, es posible agregar conectividad por medio de las capacidades de los servicios de voz de Alexa a las MCU con menos de 1MB de RAM integrada, como en el caso de los interruptores de luz. Surgió todo un sector con el objetivo de llenar nuestros hogares, empresas y oficinas de dispositivos de IoT. Estos objetos inteligentes pueden transmitir automáticamente datos hacia y desde Internet. Todos estos “dispositivos de computación invisibles” y la tecnología asociada a ellos se denominan de manera colectiva Internet de las cosas [12].

Dentro de la agricultura, hasta ahora, la tecnología más destacable es la creación de la agricultura de precisión, que echa mano de los avances tecnológicos como el internet, sensores, actuadores, redes, geolocalización, comunicaciones, por mencionar algunos, para crear instrumentos como sembradoras, fumigadoras y drones, que ayuden a realizar el arte de cultivar alimentos de forma óptima y de alta producción, la finalidad de este proyecto es implementar algunas de estas tecnologías y otras de mayor precisión, para poder ofrecer una nueva alternativa para producir legumbres, plantas aromáticas y condimentos de una forma más eficaz y eficiente sin necesidad de cuidados excesivos, ya que a través de la tecnología se dispondrá de información que facilite esta labor.

De igual manera existen empresas de tecnología que han creado dispositivos y aplicaciones para los huertos urbanos e inteligentes con la desventaja de sus altos costos. A manera de ejemplo [13]:

- Existen blogs que recopilan las mejores apps para los huertos urbanos.
- IKEA están trabajando en un proyecto que pretende *aplicar los principios del diseño democrático a la agricultura urbana y el contraste entre lo hipernatural y lo hipertecnológico*.
- Bosch ha desarrollado un huerto doméstico interior para cultivar a partir de cápsulas de semillas con un sistema integrado de riego e iluminación automatizado.

- Click and Grown, ofrece jardines inteligentes que cuidan el riego, la luz y los nutrientes de forma automatizada.
- Optimus Garden ha creado huertos verticales completamente digitales que, mediante una aplicación el huerto avisa de la necesidad de agua y nutrientes y los dosifica (La idea más próxima a la del proyecto en cuestión).
- En Copenhague se construye la granja vertical más grande de Europa, recopilando una gran cantidad de datos sobre diferentes entornos y condiciones de la agricultura para optimizar los procesos de crecimiento y mejorar la productividad.

Si bien todos son proyectos que suenan muy atractivos, su gran desventaja es su alto costo, que lo hace inaccesible para la mayor parte de la población. En el caso del proyecto que se presenta, se busca que este al alcance de la población de la región y que se convierta en una nueva fuente de ingresos para aquellos que lo lleven a cabo.

DESARROLLO

El objetivo principal de este proyecto, actualmente en desarrollo, es diseñar una interfaz intuitiva y amigable que permita a los propietarios de huertos familiares acceder y utilizar fácilmente las funcionalidades relacionadas con el control y análisis de datos de sus cultivos.

También se busca implementar funciones que permitan el monitoreo, en tiempo real, de variables ambientales clave como: temperatura, humedad del suelo y calidad del agua. Esto incluye la visualización de datos actualizados y la generación de alertas en caso de condiciones anormales, desarrollando mecanismos de control automatizado para tareas como el riego y la fertilización, permitiendo a los propietarios programar y ajustar de manera remota los niveles de riego, así como recibir notificaciones sobre el estado y la eficiencia de estas acciones, generando informes relevantes como gráficos, estadísticas y recomendaciones basadas en el análisis de los datos, que ayuden a optimizar el rendimiento y la salud de los cultivos y garantizando la seguridad y privacidad de los datos para proteger la información personal y los datos recopilados de los propietarios de los huertos familiares. Para esto se hará uso de protocolos de encriptación, autenticación segura y gestión adecuada de los datos almacenados y adaptar la página web para garantizar una experiencia de usuario óptima en dispositivos móviles, como smartphones y tablets.

En el diseño de los huertos se ha considerado incluir un sistema de riego automatizado programable, que funcione mediante la instalación de sensores que midan la temperatura, humedad, luz, PH y el análisis de la savia

para conocer el estado nutricional de la planta. Estas actividades serán monitoreadas desde una aplicación móvil capaz de dar aviso al sistema cuando la planta necesita que se active el sistema de riego de acuerdo a la información obtenida, lo que permitirá conocer cuál es el ambiente que rodea a los cultivos: si la tierra se encuentra demasiado seca, si hay mucha humedad o si la temperatura es muy alta, etc.; todo esto por medio de alertas en tiempo real a través de la visualización de los datos capturados que se reflejarán en una aplicación diseñada en lenguaje Android que envíe y realice consultas a una base de datos.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es la Metodología SCRUM, ya que el equipo de desarrollo posee diferentes habilidades y, debido a esto, se aprovecha esta ventaja para dividir el trabajo en pequeñas actividades que desarrollará cada integrante del equipo para, posteriormente, unir todo de una forma ágil en el trabajo para una entrega de acuerdo a lo previsto, ya que en todo momento habrá comunicación para el progreso del trabajo. Se tiene considerado aplicar una encuesta dirigida a adultos mayores, amas de casa y pequeños agricultores de la región oriente de Morelos, con el fin de conocer cuáles son las verduras, plantas aromáticas o condimentos que les gustaría producir. La encuesta se realizará a través de un formulario en Google para posteriormente realizar el análisis de resultados.

Las actividades contempladas en el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Realizar el estudio del arte sobre los principales aspectos del proyecto y su automatización
- Investigar y diseñar fichas técnicas de las plantas a cultivar
- Diseñar el huerto
- Seleccionar el sustrato más adecuado del huerto
- Diseñar e implementar el prototipo de sistema de riego
- Sembrar /Plantar
- Diseñar un prototipo del sistema monitorización
- Utilización de un microcontrolador para trabajar con los sensores y módulos necesarios.
- Implementar la conexión de wifi.
- Crear la conexión a una base de datos en la nube.
- Recabar datos a través de sensores.
- Enviar y recibir datos almacenados en la nube.
- Seleccionar e implementar los sensores y módulos necesarios.
- Monitorear temperatura del aire, humedad del aire y del suelo, nutrición de la planta y pH del suelo.
- Enviar imágenes en tiempo real
- Implementación de paneles solares
- Configurar riegos y alertas en la aplicación móvil.

- Realizar pruebas de funcionamiento y calidad

Como se mencionó anteriormente actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de diseño y se ha considerado sembrar orégano, hierbabuena, albahaca, perejil, jitomate, pimiento, entre otros; al ser algunos de los productos más utilizados en la dieta de los mexicanos.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La implementación de las nuevas tecnologías, para la agricultura, no es algo nuevo, es algo que se ha estado desarrollando desde hace algunos años, con el objetivo de hacer de esta actividad algo más sencillo y productivo.

Para el desarrollo del huerto se planea trabajar con un área de entre 10 y 12 metros cuadrados aproximadamente, preferentemente llano, el cual estará cercado con malla para evitar la entrada de pequeños roedores, caninos, felinos e inclusive humanos, que puedan interferir con el monitoreo de los cultivos. (Fig. 1).

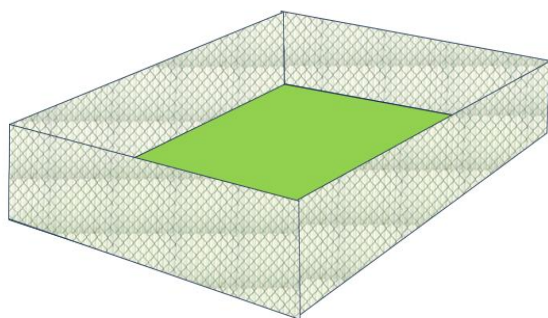


Figura 1. Ejemplo ilustrativo del huerto.

Dentro de los cultivos adaptables al huerto y que se han considerado por su alta resistencia o facilidad de cuidado, se ha considerado sembrar: Calabacita, jitomate, pimiento, rábano, cilantro, perejil, hierbas de olor (romero, hierbabuena, menta, laurel, tomillo) [14].

Respecto al sustrato se trabajará con la siguiente mezcla:

- 12.5% Peat Most – Retener humedad
- 12.5% Agrolita – Porosidad en el suelo
- 5% Humus de lombriz – Aportar nutrición y materia orgánica, mejora características físicas y químicas del suelo, apoya a la rizosfera (zona del suelo cercana a las raíces donde se desarrolla la vida microbiana).
- 70% Tierra normal (preferentemente harneada).

Las variables a controlar son:

- Temperatura, medir las unidades de calor acumuladas ayuda a calendarizar las etapas de la planta [15]

- Humedad del suelo, indica si la planta necesita agua, o no, dependiendo de los requerimientos de la planta.
- Humedad exterior. La humedad excesiva en los cultivos de invernadero puede provocar la aparición de hongos que son transportados por esporas y por el aire [16].
- PH, un PH inadecuado puede afectar en los procesos biológicos de la planta.
- Nutrición, Se trabajará principalmente con abonos orgánicos e inorgánicos para proporcionar el Fósforo (P) y Nitrógeno (N) requeridos por los cultivos.
- Conductividad eléctrica (CE), mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta. Por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo [17]. Conocer la CE ayuda a predecir el rendimiento potencial de una planta.
- Plagas se controlarán mediante sensores de movimiento y trampas para insectos.

Para el control de las variables se ha considerado utilizar sensores de temperatura y humedad tanto de la tierra como del suelo, ventilador para controlar la humedad y temperatura, aspersores en la parte superior para dar tratamiento en caso de aparición de hongos. Se implementará el uso de la energía solar para la alimentación de los componentes electrónicos.

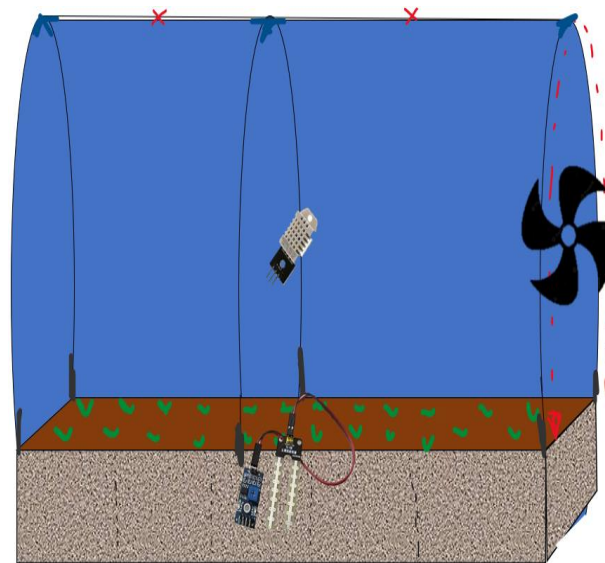


Figura 2. Ubicación de los sensores en el huerto urbano.

Para proteger a los componentes se colocará un compartimiento tipo caja, fabricado de MDF.



Figura 3. Compartimiento para componentes del huerto urbano.

Con el desarrollo de la aplicación móvil se pretende proporcionar un acompañamiento a los trabajos de inicio de un cultivo con la intención de ofrecer tips en la preparación del suelo, los momentos más adecuados para plantar, llevar un seguimiento y finalmente dar fin al cultivo.

Para el desarrollo del proyecto se han consultado diversas fuentes buscando proyectos similares y se encontró que Cortes Cadavid y Vargas García [18] trabajaron en un proyecto similar, enfocado en huertos caseros, en los que se trata de monitorizar las variables de un cultivo. En este caso se enfocaron a la temperatura y la humedad de suelo y la temperatura y humedad del aire, para así poder llevar un mejor control del huerto. Se realizó un huerto de tamaño considerable cubierto con malla sombra (elemento no considerado en el presente proyecto), regado por goteo, utilizando la placa Arduino Uno como microcontrolador, un sensor DHT11 y un sensor FC-28 para medir temperatura y humedad, un módulo wifi ESP 8266 para enviar y recibir datos y a través de la plataforma ThingSpeak para la interpretación de los datos.

Para poder tener una comparativa se manejó un huerto a campo abierto, el cual se cuidó de manera tradicional. Al parecer el sistema se enfocó un poco más en el sistema de riego, ya que las variables a medir influían en este. En cuanto al trabajo en general, en gran parte muestra una similitud a lo planeado en esta investigación, ya que haremos uso de los mismos sensores, no de la plataforma de software, pero si del hardware, por lo que sus resultados, los cuales fueron satisfactorios en comparación con el huerto a campo abierto, pueden dar

una expectativa del resultado que se obtendrá en esta ocasión, aunque en este proyecto se tienen consideradas otras variables a manejar.

Un antecedente en el Tecnológico Nacional de México es el implementado en el Instituto Tecnológico de Colima en 2016 [19]. Inició como una alternativa para solventar la insuficiencia alimentaria y nutricional en las comunidades y colonias vulnerables como huertos urbanos escolares con diferentes cultivos como: jitomate, chile, nopal y particularmente hortalizas. Posteriormente se inició el proyecto de huerto urbano inteligente. Su propuesta incluía riego automatizado por medio de sensores y actuadores, además de monitoreo remoto mediante una plataforma web para verificar el crecimiento correcto del huerto.

Su prototipo inicial del huerto, se trabajó en madera, pero por su poca vida útil se continuó trabajando con madera hecha a base de PET triturado y molido, que soporta la intemperie y presenta mayor resistencia y durabilidad. Desafortunadamente no se cuenta con información actualizada sobre los resultados del proyecto.

Este prototipo incluye tubulares para que en estos se instalen los sensores de manera oculta y las conexiones para el mando de control, que es la computadora en la que se va a monitorear el trabajo de los sensores y actuadores y vía Internet se mandará la señal a la plataforma web para su monitoreo.

Al momento no se cuenta con datos por comparar, pero si la propuesta que se considera es más ambiciosa de las revisadas.

CONCLUSIONES

Con esta alternativa se ayuda a las personas a producir sus alimentos en casa o en pequeños terrenos sin depender de un tercero y con la seguridad de que estos se encuentran libres de productos químicos que, a la larga generan daños a la salud. También contribuirá a la generación de recursos económicos adicionales, ya que podrían comercializar los excedentes de su producción. y, al mismo tiempo, utilizar lo que se cultiva en el consumo regular contando con la disponibilidad de los productos en el momento que se requiere. Adicionalmente se convierte en una actividad que pueden realizar en conjunto los integrantes del núcleo familiar a la vez que disminuye el estrés, debido a que podrán participar en las actividades con el fin de que las personas aprendan cómo crear un huerto y conozcan como producir de forma orgánica en pequeños espacios, con diferentes métodos de siembra. El enfoque principal y más común es la producción de legumbres, plantas aromáticas y condimentos de consumo familiar.

La diferencia de la propuesta con los métodos tradicionales de cultivo radica en el propósito de informar sobre una alternativa sostenible para la producción de alimentos frescos con las tecnologías de IoT, facilitando el proceso y garantizando que los productos obtenidos sean de mayor calidad, contando con los nutrientes necesarios para fomentar hábitos alimenticios saludables, generando la satisfacción de consumir productos propios, obteniendo ahorro de recursos, permitiendo entender y valorar la naturaleza, mediante el cuidado y buen manejo de pequeñas plantaciones de traspato cuyos excedentes pueden convertirse en fuentes de ingreso mediante su venta.

En términos generales, como ventajas de los huertos urbanos se pueden mencionar:

- Mejorar el acceso a alimentos y su calidad y, por lo tanto, de la dieta diaria, garantizando así la seguridad alimentaria de las familias.
- Eficientar los espacios urbanos y periurbanos, utilizándolos para producción de alimentos mejorando el paisaje urbano.
- Vincular a la familia con la naturaleza y el proceso de producción de alimentos.
- Reducir los costos de transporte y logística de los productos.
- Mejorar las condiciones económicas de las familias productoras/consumidoras.

A nivel institucional se busca contribuir a la generación del conocimiento, a través del desarrollo de productos, diseños, procesos y servicios que mejoran la calidad de vida de la sociedad; considerando entre los campos en los que se pueden generar aportes sociales y económicos significativos a la agricultura, el medio ambiente, la electrónica y mecatrónica propiciando la vinculación con los sectores público, social y privado con el objetivo de contribuir al desarrollo social y sostenible así como al crecimiento económico de las regiones y, en general, del país.

Todo esto generará beneficios en las personas de la región oriente del Estado de Morelos, ya que al implementar huertos en sus terrenos o espacios libres puede ayudar a evitar el gasto energético del transporte de alimentos y, de esta forma, se podrán llevar alimentos frescos de calidad y buen sabor directo a la mesa, cultivados por ellos mismos, generando reducción de su costo en el mercado, facilitando el acceso del producto a la población de escasos recursos económicos, generando un ahorro de energía y beneficiando al medio ambiente.

En un futuro cercano registrarlo como modelo de utilidad para acercarlo a los productores como una alternativa de apoyo. También aprovechar que se está trabajando en otro

proyecto que es un deshidratador solar en donde se puede aprovechar el excedente de las plantas aromáticas y condimentos y deshidratarlas para su venta en otras presentaciones.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico de Cuautla por impulsar y apoyar el desarrollo de proyectos que favorezcan el aprendizaje colaborativo de estudiantes y docentes, así como la vinculación con los diversos sectores de la población en la búsqueda de una mejora en la calidad de vida y el desarrollo regional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ONU, «Objetivos de Desarrollo Sostenible,» Organización de las Naciones Unidas, 2022. [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>. [Último acceso: 12 diciembre 2022].
- [2] ONU, «Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM),» Organización de las Naciones Unidas, 19 febrero 2018. [En línea]. Available: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-\(mdgs\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs)). [Último acceso: 12 diciembre 2022].
- [3] ONU, «Noticias ONU,» Organización de las Naciones Unidas, 4 mayo 2022. [En línea]. Available: <https://news.un.org/es/story/2022/05/1508122>. [Último acceso: 7 julio 2023].
- [4] ONU, «2022 Global Report on Food Crises,» Food Security Information Network, 2022. [En línea]. Available: http://www.fightfoodcrises.net/fileadmin/user_upload/fightfoodcrises/doc/resources/GRFC_2022_FINAL_REPORT.pdf. [Último acceso: 7 julio 2023].
- [5] G. Del Ángel y M. Nava, «Limitantes técnico-productivas y socioeconómicas para la adopción de la agricultura urbana. El caso de la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa, Veracruz,» *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 22, pp. 97-106, 2019.
- [6] IMTA, «Agricultura urbana,» Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 16 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/imta/articulos/agricultura-urbana>. [Último acceso: 12 diciembre 2022].
- [7] FAO, «La agricultura urbana y periurbana,» Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2023. [En línea].

- Available: <https://www.fao.org/urban-peri-urban-agriculture/es>. [Último acceso: 7 julio 2023].
- [8] J. F. López, «Agricultura urbana,» Economipedia, 1 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/agricultura-urbana.html#:~:text=Para%20la%20Organizaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones%20Unidas%20%28ONU%29%2C,urbanos%2C%20por%20ejemplo%2C%20con%20el%20uso%20de%20composta..> [Último acceso: 12 diciembre 2022].
- [9] AgroProd, «Agricultura urbana,» 18 julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.agroprod.com/que-es-la-agricultura-urbana/>. [Último acceso: 18 julio 2023].
- [10] Permaciudad, «Agricultura urbana,» s/f. [En línea]. Available: <https://www.permaciudad.com/agricultura-urbana.html#:~:text=La%20agricultura%20urbana%20tal%20cual%20la%20conocemos%20hoy,sino%20tambi%C3%A9n%20para%20el%20consumo%20en%20las%20ciudades..> [Último acceso: 15 diciembre 2022].
- [11] F. López, «Contribución de los huertos familiares biointensivos al desarrollo sostenible de las familias rurales y periurbanas,» Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, 2017.
- [12] AWS, «¿Qué es IoT?,» Amazon Web Services, Inc, 2023. [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>. [Último acceso: 7 diciembre 2022].
- [13] Finsa, «Los huertos urbanos ya son inteligentes,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.connectionsbyfinsa.com/huertos-urbanos-inteligentes/>. [Último acceso: 12 julio 2023].
- [14] E. Guzmán y A. León, «Peculiaridades campesinas del Morelos rural,» *Economía, sociedad y Territorio*, vol. XIV, n° 4, pp. 175-200, 2014.
- [15] M. Á. Ruiz, «Las Unidades Calor,» UNISEM, 7 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://semillastodoterreno.com/2018/11/las-unidades-calor>. [Último acceso: 7 junio 2023].
- **[16] D. Violante, «¡Fuera hongos de mi cultivo!,» Hannainst, 21 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://hannainst.com.mx/blog/fuera-hongos-de-mi-cultivo>. [Último acceso: 6 junio 2023].
- [17] Agroalimentando, «La conductividad eléctrica del suelo en el desarrollo de los cultivos,» 2022. [En línea]. Available: <https://agroalimentando.com/nota/6980#:~:text=De%20manera%20general%20se%20recomiendan%20suelos%20con%20CEe,dS%2Fm%20para%20el%20adecuado%20desarrollo%20de%20los%20cultivos..> [Último acceso: 6 junio 2023].
- [18] V. Cortés y M. Vargas, «Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante Iot en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin,» Universidad Católica de Colombia, 2020.
- [19] A. Gutierrez, «Huertos urbanos inteligentes,» Ciencia MX noticias, 26 marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/ambiente/6247-entrevista-desarrollan-proyecto-de-huertos-urbanos-inteligentes>. [Último acceso: 15 julio 2023].

Rol de Contribución

Rol	Autor (es)
Administración del proyecto, Redacción, Metodología.	Leonor Hernández Angeles
Conceptualización y Redacción, Metodología	Mónica Leticia Acosta Miranda
Recursos, Redacción	Julio Pérez Machorro
Validación, Recursos	Daniel Domínguez Estudillo
Software	Laura Alejandra Sánchez Arias



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.