

ESTUDIO PARA MEDIR RETENCIÓN DE HUMEDAD EN DIVERSOS TIPOS DE TIERRA PARA PLANTAS DE ORNATO

STUDY TO MEASURE MOISTURE RETENTION IN DIFERENT TYPES OF SOIL FOR ORNAMENTAL PLANTS

C. M. Hernández Mendoza¹
P. G. Navarro Cabello²
L. M. Rodríguez Vidal³
J. P. Serrano Rubio⁴

RESUMEN

Las plantas de ornato son un tipo de plantas utilizadas para ambientar y crear espacios propicios para el estudio y trabajo además de embellecer casas y oficinas, el crecimiento y desarrollo apropiado depende en gran medida del suministro eficiente del agua, actualmente, este vital líquido debe ser aprovechado, ya que su escasez ha ocasionado problemas ambientales y situaciones críticas para la población. Para contribuir en la solución se plantea una metodología de cinco etapas; la primera consiste en determinar los tipos de suelo más comunes y utilizados en estas plantas y a los que eventualmente se medirá su nivel de retención de humedad, en la segunda hay una etapa de pruebas y calibración con los dispositivos y sensores utilizados, en la tercera se imparte un taller a estudiantes colaboradores para desarrollar un prototipo que funcione con el Internet de las Cosas (IdC) capaz de enviar datos a la nube, los estudiantes adquieren competencias y habilidades que fortalecen sus conocimientos en áreas de la industria 4.0 como parte de la mentefactura, en la cuarta etapa se generan gráficas y se obtienen medidas de tendencia central además de otros datos relevantes para la investigación. Como resultados obtenidos (quinta etapa) se priorizan los tipos de suelo según su nivel de retención, la cantidad de agua y el intervalo de tiempo en el que se debe suministrar, además de otros factores que pudieron influir en los resultados. Se concluye con un estudio y dispositivo que contribuye a la solución del problema mencionado.

ABSTRACT

Ornamental plants are a type of plants, which are commonly used to set the scene and create spaces conducive to study and work, as well as embellishing homes and offices. The proper growth and development depends largely on the efficient supply of water. Currently, this vital liquid must be used, since its scarcity has caused environmental problems and critical situations for the population. To contribute to the solution, a five-stage methodology is proposed, the first consists of determining the most common types of soil used in these plants and whose level of moisture retention will eventually be measured, in the second there is a stage of testing and calibration with the devices and sensors used, in the third a workshop is given to collaborating students to develop a prototype that works with the Internet of Things (IoT) capable of sending data to the cloud, students acquire skills and abilities that strengthen their knowledge in areas of industry 4.0 as part of the mind-facture, in the fourth stage graphs are generated and measures of central tendency are obtained in addition to other relevant data for the investigation. As results obtained (fifth stage), the types of soil are prioritized according to their level of retention, the amount of water and the time interval in which it must be supplied, in addition to other factors that could influence the results. It concludes with a study and device that contributes to the solution of the mentioned problem.

ANTECEDENTES

El Instituto Tecnológico Superior de Irapuato forma parte del Tecnológico Nacional de México, el cual tiene como uno de sus objetivos impulsar la extensión universitaria,

¹ Profesor de Tiempo Completo. TECNM / ITS de Irapuato. cesar.hm@irapuato.tecnm.mx

² Estudiante del TECNM / ITS de Irapuato. lis18110246@irapuato.tecnm.mx

³ Profesor de Tiempo Completo. TECNM / ITS de Irapuato. luz.rv@irapuato.tecnm.mx

⁴ Profesor de Tiempo Completo. TECNM / ITS de Irapuato. juan.sr@irapuato.tecnm.mx

satisfaciendo las necesidades y contribuyendo a la solución de problemas que se presentan en la región donde se encuentra. En este sentido el Cuerpo Académico (C.A.) “Integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el ámbito educativo” registrado en la institución, pretende generar nuevas medidas que contribuyan a reducir uno de los principales problemas que enfrenta la sociedad, en este caso, el cambio climático y escasez del agua, por lo que, es necesario buscar alternativas y energías renovables que permitan disminuir y aprovechar el consumo del agua, específicamente en el regado de plantas de ornato, las cuales son muy comunes de encontrar al interior de casas y oficinas.

Las plantas de ornato son un tipo de plantas utilizadas para ambientar y crear espacios propicios para el estudio o trabajo en casas y oficinas o que se adquieren con el fin de embellecer un lugar, su crecimiento y desarrollo depende en gran medida del suministro eficiente del agua.

Por lo general, el consumo de agua en este tipo de plantas es un tema intrascendente, sobre todo cuando una persona sólo cuenta con un ejemplar, cabe destacar que, por lo general el regado para estas plantas se acostumbra a realizar cada tres días según la “vox populi” y los consejos que comentan los encargados de viveros, sin conocer algún estudio que así lo demuestre o bien sin considerar el tipo de tierra (sustrato) con el que cuente cada ejemplar. Para dar solución algunos expertos han intentado generar fórmulas que permitan determinar la cantidad de agua necesaria, tal como lo publica Traxco (2016), pero su eficacia sigue dependiendo de otros factores como el clima, la evapotranspiración, el tipo de suelo y la naturaleza de la planta, por lo que, es muy complicado que un usuario común pueda recordar y utilizar dicha fórmula.

En México se cultivan más de 1,000 especies y variedades de plantas de ornato, ocupando una superficie de alrededor de 20,000 hectáreas distribuidos en diversos estados (Gámez et al., 2016). Lo que indica que este tipo de ejemplares necesitan una gran cantidad de agua para su desarrollo, sin embargo, hoy en día son escasas las fuentes confiables que indiquen mediciones cuantitativas sobre el consumo de agua, por lo que, se desconoce y, por ende, no se pueden tomar medidas para mejorar.

En los últimos meses, la noticia más alarmante, después de la pandemia del COVID-19, ha sido la reducción e incluso falta de agua para consumo humano en algunas colonias de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, asunto que invita a reflexionar sobre la sustentabilidad del “modelo de gestión del agua (abasto-tratamiento-conducción-distribución)” (Rodríguez et al., 2022).

A ciencia cierta, determinar la cantidad de agua eficiente para una planta es sumamente complicado, pues no hay un sistema que indique con exactitud la necesidad de agua en una planta debido a la gran variedad de factores o bien, no existe una cantidad estándar para suministrar, pero es posible realizar un estudio que permita determinar qué tipo de suelo es el que retiene una mayor cantidad de agua para poder concientizar a la población general para hacer uso de ella, además de determinar la cantidad e intervalos de tiempo en los que se le puede suministrar agua (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo [CIAD], 2021; Plagron, 2022).

Recientemente, se han generado algunos prototipos funcionales que impulsan el cuidado del medio ambiente, por ejemplo, Bazán et al. (2022) han desarrollado un prototipo que hace uso de los servicios del Internet de las Cosas (IdC) con el fin de aplicar nuevos métodos de aplicación de herramientas con el fin de minimizar el estrés hídrico y aprovechamiento óptimo del agua para un sistema de regado por goteo.

Por este motivo, es muy importante que la formación de ingenieros en las Instituciones de Nivel Superior considere los nuevos retos ambientales a los que los futuros ingenieros se enfrentaran de manera inmediata. Bajo este contexto, se plantea y pretende resolver las siguientes preguntas de investigación: ¿se podrá dar alguna prioridad para considerar cuáles son los tipos de tierra más comunes en las plantas de ornato para retener una mayor cantidad de agua por un tiempo prolongado?, ¿podrá un dispositivo electrónico que trabaje con el IdC contribuir para aprovechar y determinar la cantidad de agua e intervalo de tiempo para eficientizar el suministro de agua en plantas de ornato?

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación es del tipo documental cuantitativa, ya que, a lo largo de la investigación se lleva a cabo una recolección de datos. Posteriormente, se hace referencia a la caracterización de los tipos de suelo, se aplican en un laboratorio pruebas de conectividad al internet con las muestras y se experimenta con diversas cantidades de agua, posteriormente, se hace una selección de variables que permitirán determinar qué tipo de tierra retiene el agua en un mayor tiempo y se presentan los resultados en un sitio web. Para llevar a cabo la metodología se proponen cinco etapas, las cuales se describen en la Figura 1.

Figura 1. *Etapas de la metodología propuesta para la generación del proyecto*



Al realizar cada etapa se logra progresivamente el objetivo general, el cuál es: desarrollar un prototipo que funcione con el Internet de las Cosas con la finalidad de que pueda enviar datos a la nube y con ello determinar por medio de datos cuantitativos, mediciones y gráficas del comportamiento que determine cuál es el tipo de tierra más apropiado para retener la humedad; así mismo, como objetivo específico el equipo de investigación considera determinar si el clima (temperatura) incide en estas mediciones durante la etapa de experimentaciones.

Etapa uno, consiste en determinar cuáles son los tipos de tierra más comunes y sus características, es decir, cuando un usuario adquiere un ejemplar o bien siembra y cosecha alguno de ellos, que tipo de tierra adquiere o contiene su planta. En un estudio de campo realizado y visitas a viveros, los tipos de tierra más frecuentes fueron las conocidas como “tierra negra” y “tierra para maceta”; en tiendas departamentales especializadas se ofertan las mencionadas anteriormente, además, de la “tierra con abono”, sin embargo, se considera también la “tierra lama”, la cual es la típica tierra que cualquier persona encuentra por lo general en obras negras y que algunos viveros la recomendaron para el crecimiento del pasto/césped.

Cabe recalcar que, los cuatro tipos de tierra a estudiar en la investigación pertenecen a los tipos de suelo arcillosos (tierra negra, tierra para maceta y tierra con abono) y limosos (tierra lama). Los suelos arcillosos sufren de falta de drenaje y de aireado, causada por el pequeño tamaño de las partículas que componen este tipo de suelo, así como, por los pequeños espacios entre las partículas (Dragan, 2019). Por este motivo, este tipo de suelo permite retener grandes cantidades de agua y nutrientes al mismo tiempo.

Se determina entonces en esta primera etapa que los cuatro tipos de tierra para estudiar son: tierra negra, tierra para maceta, tierra con abono y tierra lama.

Etapa dos, los profesores pertenecientes al C.A., se encargan de impartir un taller denominado “Programación de dispositivos del IdC”, con el fin de que los estudiantes colaboradores conozcan los principios de esta tecnología y su programación para el envío de datos desde una red local hacia los servicios en la nube con los cuatro tipos de muestras, se consideran temas como programación en arduino, electrónica básica, mensajes “uplink” y “downlink”, hosting, cPanel, HTML y comunicación con servicios de proveedores del IdC.

El taller se desarrolló con un total de 24 horas, (4 semanas con seis horas de trabajo cada una), el cual fue impartido a un grupo de 6 estudiantes de los cuales dos de ellos colaboraron directamente con el proyecto. El lugar de trabajo fue el laboratorio denominado Grupo de Estudio de Cómputo Científico Aplicado a la Ingeniería (GECCAI) del ITESI.

Los estudiantes colaboradores obtuvieron de esta manera competencias enfocadas a la Industria 4.0, ya que, lograron configurar y programar dispositivos utilizados para automatizar los intervalos de tiempo (10 minutos) en los que los sensores deberían tomar lecturas y enviarlas al sitio web para ser monitoreadas, además de hacer uso de los servicios ofrecidos por proveedores especializados en el tema, tales como Ubidots.

Ubidots es una plataforma de IdC que habilita la toma de decisiones a empresas de integración de sistemas a nivel global. Este producto permite enviar datos de sensores a la nube, configurar tableros y alertas, conectarse con otras plataformas, usar herramientas de analítica y arrojar mapas de datos en tiempo real (ConnectAmericas, 2016).

En el artículo generado por Cuatro Cero (2021), titulado: El internet de las cosas para la industria es una realidad en Guanajuato, señala que el gobierno de Guanajuato prepara una

aceleradora del Internet Industrial de las Cosas que permita fomentar el desarrollo de proyectos con el propósito de generar el valle de la mentefactura; por lo que, este tipo de talleres es apropiado para que los estudiantes y profesores cumplan con un perfil apto para su desarrollo profesional como ingenieros en la región.

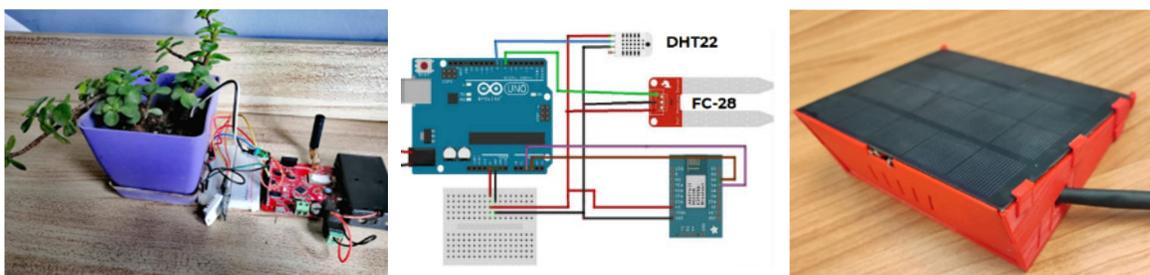
Etapa tres, se realizan pruebas de calibración con los sensores de humedad y temperatura, obsérvese la Tabla 1. Se realiza una prueba para la lectura de datos de un ejemplar de manera local, es decir, se trabaja con un ejemplar pequeño con la finalidad de que los cuatro sensores se programen y trabajen para observar de manera local si están leyendo valores iguales o semejantes, la prueba de validación y calibración fue satisfactoria, dado que a solo uno de ellos fue requerido cambiar el ajuste de sensibilidad en el calibrador del sensor FC-28. Se considera también el uso de pequeños paneles solares con la intención de que el dispositivo realice lecturas al exterior sin dependencia de contactos eléctricos, generando un proyecto amigable con el medio ambiente, de esta manera se definen las variables del estudio: tiempo de retención, nivel de humedad, días con humedad y cantidad de agua suministrada.

Tabla 1. Sensores utilizados para medir parámetros de humedad y temperatura

Nombre sensor	Funcionamiento	Descripción
Sensor DHT22	Medir humedad y temperatura relativa (ambiente)	Se utilizaron cuatro, de los cuales uno requirió ajustes de calibración para obtener datos iguales.
Sensor FC-28	Medir la humedad en el suelo	Se utilizaron cuatro, de los cuales todos enviaron datos iguales, calibración no requerida.

Posteriormente, se desarrolló el Backend (programación, envío y recepción de datos “.json”) y Frontend (vista general y gráficas mostradas al usuario) del sitio web (www.cerberotecs.com/estacion-meteorologica), el esquema funcional del dispositivo y algunas fotografías utilizadas en la etapa tres, se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Ejemplar utilizado para la calibración, diagrama esquemático y panel solar con impresión 3D



En la etapa cuatro se realizó el armado y ensamblaje del prototipo bajo una estructura rígida que mantenga los componentes y el cableado resguardado, ya que, durante algún tiempo considerado estarían a la intemperie. Se añadió además en esta etapa, la conexión del dispositivo a un panel solar de 5V, con el fin de que el dispositivo pueda funcionar permanentemente sin la necesidad de una conexión cableada o eliminador, por lo que, el

prototipo utiliza cuatro baterías recargables de 1.5V, con la finalidad de que el panel solar las recargue durante el día y mantenga operando el dispositivo durante las 24 horas.

En la etapa cinco se obtuvieron los datos recolectados por los sensores, el análisis correspondiente de los resultados obtenidos se presenta en el siguiente apartado.

RESULTADOS

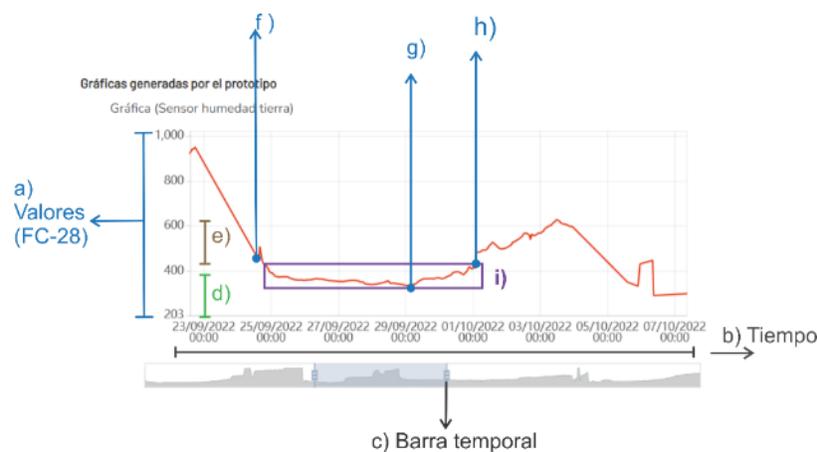
Los estudiantes y profesores lograron desarrollar un prototipo capaz de enviar los datos obtenidos como una lista de datos numéricos y guardarlos ya sea como un archivo Excel, o un archivo .csv, el cual es un formato que toma los datos y son separados por comas (,) acompañados de la fecha y hora exacta en la que fue tomada la lectura, tanto el archivo Excel o el .csv son formatos aceptados por la mayoría de los proveedores que trabajan con el IdC, en la Figura 3, se observan los parámetros que son mostrados en el sitio web, posteriormente, se realiza el envío de datos como un mensaje .json, este tipo de mensaje permite almacenar o encapsular información en un formato establecido para tratar mensajes y comunicaciones entre dispositivos, servicios y tecnologías propias del IdC.

Figura 3. *Parámetros registrados: fecha y hora, porcentaje de humedad ambiente, humedad suelo y temperatura ambiente.*

Historial de mediciones			
Date	Hum. Ambiente%	Hum. Suelo	Temp. Ambiente °C
2022/10/24 02:52:32	44.30	662	26.10
2022/10/24 02:37:27	46.20	662	25.40
2022/10/24 02:22:23	46.20	663	25.30

Para un comprendimiento visual sobre las gráficas obtenidas, se muestra la Figura 4, en donde podemos determinar:

- El rango de valores que puede recolectar el sensor de humedad en la tierra, los cuales van desde los 0 hasta los 1023, cabe recalcar que una lectura cercana al 0 representa mayor humedad en la tierra.
- Es el tiempo medido en días en los que se estuvo realizando la captura de datos para medir los niveles de humedad.
- Barra temporal que el usuario puede manipular con la finalidad de visualizar cómodamente los resultados en el sitio web a través del historial.
- Rango de valores considerados como buena humedad, que va de las 0 a 400 unidades.
- Rango de valores considerados como resequead en la tierra, comienza de los 401 a un valor superior.
- Nivel de humedad capturado en el momento del regado.
- Nivel de humedad más bajo obtenido durante el periodo de prueba.
- Punto en el que la tierra comienza a perder la retención del agua (pasando las 400 unidades).
- Margen estable del nivel de humedad, es decir: rango de humedad que se registró consecutivamente.

Figura 4. Explicación de los valores y puntos de interés de las gráficas obtenidas

Después de llevar a cabo la experimentación se determina que:

- Cada tipo de tierra tenía el mismo ejemplar de planta de ornato, la conocida con los nombres: *Jade*, *Crassula ovata* o *planta del dólar*, obsérvese la Figura 2.
- La capacidad de cada contenedor o maceta fue de 1.5 kg por cada tipo de tierra.
- Al realizar las mediciones para conocer la cantidad de agua a regar se determinó que, por cada medio litro, se filtra inmediatamente 200ml., por lo que, 300ml., se mantiene en la tierra.
- El regado para cada ejemplar y con el cual se realizó la prueba final, fue con una cantidad de 300ml, sobre la periferia de cada ejemplar (para eficientizar el recurso según el punto anterior).

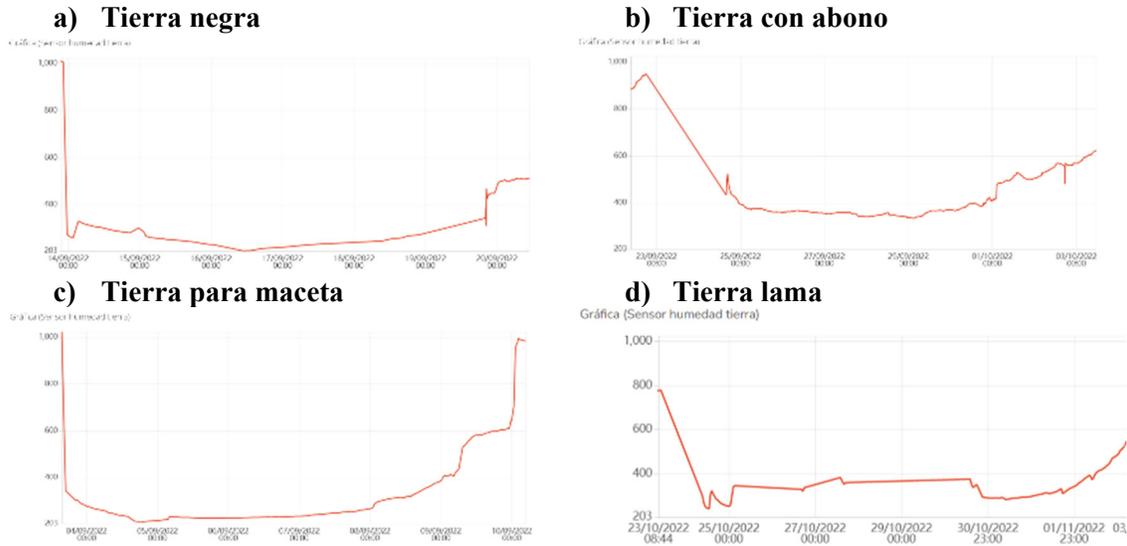
Análisis de resultados:

Para un mejor comprendimiento, observe la Figura 5, en función de la Figura 4.

- Tierra negra, este tipo de tierra logró mantener un buen nivel de humedad por 5 días consecutivos, a partir del día 4 la apariencia superficial de la tierra aparenta resequead, sin embargo, los resultados demuestran que solo es una apariencia. El margen estable de nivel de humedad fue de 330 a 342 unidades, es decir un excelente margen estable de humedad.
- Tierra con abono, este tipo de tierra logró mantener un buen nivel de humedad por 7 días consecutivos, al igual que la tierra negra la apariencia superficial de la planta aparenta resequead en el día 4, una situación detectada fue que el margen estable del nivel de humedad fue de las 391 a las 411 unidades, es decir, se encuentra en los límites considerados como buenos.
- Tierra para maceta, este tipo de tierra consiguió mantener la humedad de la tierra por 6 días consecutivos, se repite el fenómeno de la apariencia superficial reseca en el día 4. Sin embargo, el margen estable de humedad resulto ser bueno al encontrarse entre las 343 a 389 unidades.
- Tierra lama, este tipo de tierra fue la que obtuvo la menor cantidad de días consecutivos con humedad, solamente 4 días. El fenómeno de resequead aparente superficial fue comenzando el tercer día, mientras que el margen estable fue de los

295 a 343 unidades, lo que técnicamente nos dice que la filtración del agua ocurre con mayor rapidez que con los otros 3 tipos de tierra.

Figura 5. Gráficas obtenidas durante la experimentación con los tipos de tierra



Con esta información recabada se logra generar la Tabla 2, la cual permite determinar qué lugar ocupa cada tipo de tierra para retener por mayor tiempo la humedad.

Tabla 2. Resultados finales de la investigación

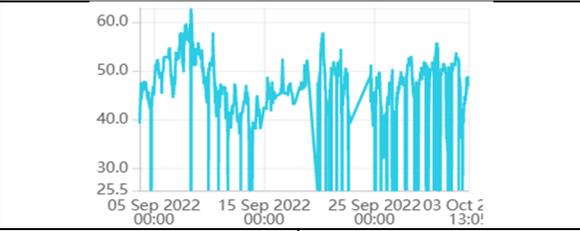
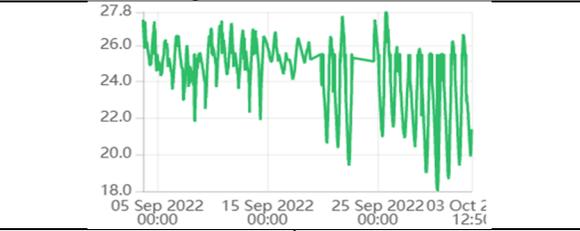
	Tipo	Cantidad suministrada	Días con humedad	Humedad al momento de regado	Nivel de humedad más bajo	Día con el nivel de humedad más bajo	Margen estable de humedad	Rango de temperatura ambiente
1er. opción	Tierra de maceta	300 ml	6	343	211	1 día después del regado	343 a 389	21° min. y 27° max.
2a. opción	Tierra negra	300 ml	5	258	204	2 días después del regado	330 a 342	21° min. y 26° max.
3er. opción	Tierra con abono	300 ml	7	433	334	5 días después del regado	391 a 411	18° min. y 27° max.
4a. Opción	Tierra lama	300 ml	4	338	282	1 día después del regado	295 a 343	18° min. y 26° max.

La tierra para maceta es la primer opción para una planta de ornato, ya que su margen estable de humedad se mantiene en el intervalo considerado como bueno durante seis días, mientras que la tierra negra es la segunda opción pese a ser el tipo de tierra que mantiene los niveles más bajos de humedad, pero con un día menos que la tierra para maceta, la tierra con abono es la tercer opción al mantener un período de 7 días, pero, su margen estable de humedad se mantiene en los límites establecidos propiciando la resequead, lo que eventualmente puede causar otros problemas en el desarrollo de la planta como el conocido déficit por estrés hídrico, la cuarta opción es la tierra lama ya que sus resultados fueron los menos favorables en la investigación.

Mediciones con la temperatura del ambiente y humedad relativa:

Por otra parte, se logró determinar a partir de los resultados obtenidos con los sensores DHT22, que la temperatura ambiente NO incide directamente sobre la retención de humedad en la tierra, a menos de que el ejemplar pueda encontrarse directamente expuesta al sol en el exterior, pero debemos recordar que el punto de interés de esta investigación se centra en el estudio sobre plantas de ornato que por lo general una persona tiene al interior de una casa u oficina. La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos acompañados con las medidas de tendencia central que se registraron durante la etapa de experimentación.

Tabla 3. Medidas de tendencia central registradas por el sensor DHT22

Humedad en el ambiente		Temperatura ambiente °C	
			
Media	43.5%	Media	25.3 °C
Moda	46.6%	Moda	24.6 °C
Mediana	43.2%	Mediana	26.3 °C
Fecha/hora hum. + alta	8 sep. 7:45 – 62.8%	Fecha/hora temp. + alta	25 sep. 18:11 - 27.8°C
Fecha/hora hum. + baja	19 sep. 19:3 - 25.5%	Fecha/hora temp. + baja	30 sep. 10:40 - 18°C

Finalmente, el sitio web fue desarrollado con la intención de que cualquier persona pueda tener acceso a la información descrita, además de algunos otros indicadores en tiempo real.

CONCLUSIONES

La investigación realizada responde a las preguntas de investigación planteadas, ya que se logró determinar en base a mediciones cuantitativas y experimentos qué tipo de tierras son las más eficientes para retener la humedad y que puedan ser utilizadas para las plantas de ornato, además de que se generó, diseñó, desarrolló y programó un dispositivo del IdC que permite aprovechar sus tecnologías para contribuir en la solución al problema planteado.

Se elimina la idea popular referente a que el riego de este tipo de plantas debe ser cada tres días, pues como se presentó en los resultados, algunos sustratos mantuvieron un buen nivel de humedad estable hasta por 5 o 6 días. Así mismo, se determina una cantidad eficiente de agua para el desarrollo de la planta, en este caso 300ml. para un volumen aproximado de 1.5Kg., la cual es según las pruebas de filtración realizadas la cantidad que se mantiene retenida en la tierra.

De esta manera la investigación permite comprobar que las tecnologías propias de la industria 4.0 son capaces de contribuir en el aprovechamiento eficiente de recursos naturales y energías renovables. El sitio web cuenta con vínculos a otros proveedores con servicios en la nube, programación y configuración de nuevos dispositivos, además, de que ha permitido a los estudiantes colaboradores fortalecer sus competencias y conocimientos en áreas de la ciencia y tecnología que le permiten crear, innovar y desarrollar sus ideas favoreciendo la

mentefactura en pro del cuidado del medio ambiente para su región y el desarrollo de la ciencia en México.

BIBLIOGRAFÍA

Bazán, E., Mariños, D. y Papa, A. (2022). *Internet de las Cosas (IoT) en un sistema autónomo de riego por goteo y el estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022*. [Título profesional de Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7071/TESIS%20MARI%20c3%91OS%20DE%20LA%20VEGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo [CIAD] (2021). *Consejos para regar las plantas y cuidar el agua*. <https://www.ciad.mx/consejos-para-regar-las-plantas-y-cuidar-el-agua/>

ConnectAmericas (2016). *Plataforma Ubidots*. <https://connectamericas.com/es/company/ubidots>

Cuatro Cero (2016). *El Internet de las cosas para la industria es una realidad en Guanajuato*. <https://cuatro-cero.mx/tv/el-internet-de-las-cosas-para-la-industria-es-una-realidad-en-guanajuato/>

Dragan, R. (2019). Consideraciones del suelo para la administración del agua. *Rivulis*. <https://es.rivulis.com/consideraciones-del-suelo-para-la-administracion-del-agua/>

Gámez, O., Villavicencio, E. Serrato, M., Mejía, J., Treviño, G., Martínez, L., Rodríguez, M., Granada, L., Flores, M., Reyes, J., Islas, M., Salomé, E., Menchaca, R., Espadas, C., Hernández, L., Vázquez, L., Martínez, F., Ríos, E. y Vargas, O. (2016). *Conservación y aprovechamiento sostenible de especies ornamentales nativas de México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172778/Conservaci_n_y_aprovechamiento_sostenible_de_especies_ornamentales_de_M_xico.pdf

Plagron (2023). *¿Cuánta agua necesitan mis plantas?* <https://www.plagron.com/es/aficion/temas/cuanta-agua-tengo-que-dar-a-mi-planta-exactamente>

Rodríguez, B., Bustamante, T. y León, M. (2022). Captación de agua de lluvia ante la crisis hídrica regional. En J. Sarmiento, y M. Valles (Coords.). *Escenarios regionales de la dicotomía entre sustentabilidad ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales*. UNAM-AMECIDER. <http://ru.iiec.unam.mx/5937/>

Traxco (9 de septiembre de 2016). Cantidad de agua a aportar por día y por planta. *Traxco*. <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/cantidad-de-agua-a-aplicar>