

DESARROLLO DE HERRAMIENTA PARA LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS EN EL HOGAR

DEVELOPMENT OF TOOL FOR RECOMMENDING HOME CROPS

Francisco Gutiérrez Vera

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
francisco.gv@celaya.tecnm.mx

Álvarez Olmos Guillermo

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
16030540@itcelaya.edu.mx

Zamudio Salinas Jocelyn Talia

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
16030620@itcelaya.edu.mx

Claudia Cristina Ortega González

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
claudia.og@celaya.tecnm.mx

Julio Armando Asato España

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México
julio.ae@celaya.tecnm.mx

Recepción: 23/noviembre/2021

Aceptación: 21/diciembre/2021

Resumen

El presente artículo propone una herramienta que permite a los horticultores y jardineros seleccionar plantas o cultivos de manera que puedan aprovechar el tipo de suelo para siembra a partir de los niveles de humedad, temperatura y pH que cada uno de ellos presenta, con ello la planta o cultivo podrá tomar mejor los nutrientes. Lo anterior se logra utilizando sensores de humedad y temperatura, los sensores se calibraron para que arrojen valores dentro de los límites reales establecidos para un conjunto de plantas, estos valores permitirán hacer una correlación hacia el pH del suelo, una vez que tengamos esos datos una app móvil desplegará un listado de las plantas que son aptas para crecer en ese tipo de suelo.

Palabras clave: Planta, tipo de suelo, cultivo, herramienta, humedad, temperatura, pH.

Abstract

The present article proposes a tool that allows horticulturalists and gardeners to select plants or crops so that they can take advantage of the soil type for sowing from the humidity, temperature and pH levels that each one presents, thereby the plant or crop will be able to better take the nutrients. The above is achieved using humidity and temperature sensors, the sensors were calibrated to yield values within the actual limits established for a set of plants, these values will allow to make a correlation towards the pH of the soil, once we have that data a mobile app will deploy a list of the plants that are suitable to grow in that type of soil.

Keywords: *plant, soil type, crop, tool, humidity, temperature, pH.*

1. Introducción

La tecnología y la agricultura tienen un papel fundamental en el desarrollo del sector agroalimentario, Lezoche, Panetto, Hernández & Alemany (2019) describen que la "Agricultura 4.0" surge para proporcionar tecnologías avanzadas a los agricultores con el fin de cumplir con los desafíos de producción agroalimentaria, por lo tanto, para lograr precios más asequibles para el mercado abierto y el costo mínimo para los agricultores. Toda la maquinaria agrícola incorpora controles electrónicos y ha entrado en la era digital, mejorando su rendimiento actual. Además, la electrónica, que utiliza sensores y drones, respalda la recopilación de datos de varios aspectos clave de la agricultura, como el clima, la espacialización geográfica, los comportamientos de los animales y los cultivos, así como todo el ciclo de vida de la granja.

Pero hablar de la agricultura y la tecnología en general es un campo demasiado extenso, dando un enfoque más centralizado en el ámbito rural podemos encontrar los invernaderos o huertos. Un invernadero permite controlar las condiciones, en términos de energía, agua y de crecimiento.

De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada a una población de 51 personas se pudo observar que el 60% presenta un desconocimiento acerca de herramientas o tecnologías que le ayuden conocer las características de la planta o sustrato, es decir, sobre los tipos de tierra que existen así como cuáles son

óptimas para el crecimiento adecuado de acuerdo con el tipo de planta que se quiera sembrar, ya que por lo general cuando las personas plantan, utilizan cualquier sustrato sin saber si es el adecuado, ya que tampoco utilizan herramientas que le permitan tener la certeza de ello, lo que afecta directamente al éxito o fracaso que se tiene en el desarrollo de la planta, siendo este el principal problema.

Entonces la finalidad de este artículo es, desarrollar una herramienta que permita recomendar a los agricultores el tipo de planta puedan sembrar de acuerdo con las características del suelo como: la temperatura, pH y humedad, para que los horticultores caseros puedan identificar qué cultivos plantar con base en las características del suelo con el que cuentan.

Las razones por las cuales se decidió realizar la presente investigación surgen de falta de conocimiento e implementación de tecnologías relacionadas con la agricultura casera, ya que es cierto que existen tecnologías que tienen un enfoque más comercial y a gran escala, encontramos que en los hogares también se practica la agricultura, en este caso en forma de huertos caseros, pero sin tener un real conocimiento de sí el suelo o lo que se planta es lo más óptimo según las condiciones en donde nos encontramos, lo que afecta directamente en el éxito del crecimiento de las mismas.

2. Métodos

Para la creación del sistema se siguieron los pasos mostrados en figura 1:

- ***Establecimiento del proceso actual de evaluación:*** En esta etapa se realizó una encuesta en la ciudad de Celaya a 51 personas, en donde las preguntas más sobresalientes son las siguientes: ¿Tiene conocimiento acerca de herramientas o tecnologías que permitan mejorar el desarrollo de huertos o cultivos?, ¿Con qué frecuencia sus plantas florecen?, ¿Cuáles tipos de tierra conoce?, De las tierras que conoce ¿Cuáles usa?, teniendo como finalidad saber si las personas encuestadas tenían un conocimiento en la relación tecnología-huertos, la productividad o éxito que se tenía con los mismo juegos, y si realmente conocían la relación que tienen las tierras

que se usan, con lo que se está cultivando, lo que permitió identificar que el proyecto realmente podría satisfacer una necesidad o problema presentado en ese sector.

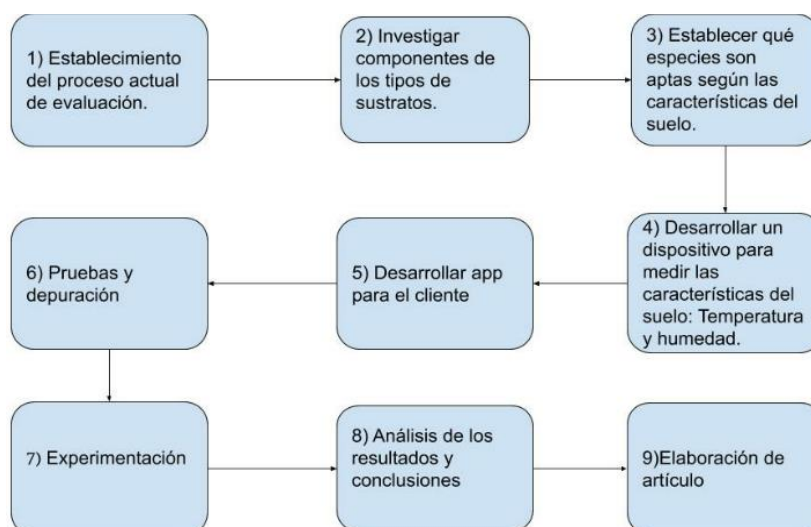


Figura 1 Bosquejo del método.

- **Investigar componentes de los tipos de suelo:** Posteriormente se realizó una investigación en donde se recopila información acerca de los tipos de suelo existentes, ya que no todos son iguales, es de suma importancia conocerlo porque puede asegurar el buen desarrollo de una planta, entre los principales suelos, encontramos: el suelo arenoso, limoso, arcilloso.
- **La información más relevante obtenida de esta consulta es que:** el suelo arenoso tiene características de poca retención de nutrientes y agua, el suelo limoso, puede ser una variación del arenoso, pero tiene menos capacidad de drenaje, por lo cual cuenta con más agua, tiene textura pegajosa y blanda, el suelo arcilloso tiene una mayor capacidad de almacenar agua y nutrientes en comparación con los dos anteriores y suelen ser los suelos más fértiles y productivos (Vicente, 2015). Ya que cada tipo de suelo tiene diferentes características de drenado, cada uno de ellos presenta un rango de pH diferente, si se conoce el valor del pH se puede predecir de una manera cualitativa la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Tabla 1).

Tabla 1 Tipos de suelo, pH y características.

	Suelo	pH	Características
Suelos sulfatados ácidos	Arenoso	<5	Retienen pocos nutrientes, así como agua.
Suelos neutros	Limo	6.6 – 7.5	Baja capacidad de drenaje, por lo tanto cuenta con más presencia de agua, presenta características de textura blanda y pegajosa, por lo tanto es muy fácil de trabajar.
Suelos alcalinos	Arcilla	>9	Baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad. Alta capacidad de almacenar agua y nutrientes.
Suelo Franco	Marga	7.8 – 8.4	Combinación de partículas de arena, limo y arcilla.
Suelos sulfatados ácidos	Humus (Turba)	3.5 - 4	Originado por restos orgánicos de planta que se encuentran es estado de descomposición parcial. Alto nivel de nutrientes y un color negro, se trata de un suelo muy recomendable para el cultivo.

Nota. Adaptado de "Suelos Ácidos", de FAO., (01, junio 2020). Recuperado de <http://www.fao.org>, Adaptado de "El manejo de suelos alcalinos", de FertiLab, (01, Junio 2020): https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/el_manejo_de_suelos_alcalinos.pdf, Adaptado de "Suelos ácidos, alcalinos y salinos", de Bonells, J. (01, junio 2020): <https://jardinessinfronteras.com/2017/08/22/suelos-acidosalcalinos-y-salinos/>.

- **Establecer qué especies son aptas según las características del suelo.**

De acuerdo con la investigación que se llevó a cabo y según las características de los tipos de suelo arenoso, arcilloso y limo se establecieron diferentes especies de plantas que son aptas y/o se desarrollarán mejor si son plantadas en dicho suelo y se establecen de la siguiente manera:

- ✓ Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2020) los suelos arenosos son compuestos por una textura granular, retienen pocos nutrientes, así como la retención hídrica. Es por ello que la plantas o cultivos que crecen en este suelo tiene distintas características, en la tabla 2 se mencionan algunas plantas que crecen con un mayor éxito.
- ✓ Los suelos arcillosos son potencialmente fértiles, ya que contienen nutrientes unidos a los minerales arcillosos en el suelo. Sin embargo contienen una alta proporción de agua debido a su baja capacidad de drenar el agua. Los suelos arcillosos se compactan fácilmente cuando se pisan mientras están húmedos y se hornean con fuerza en verano, a menudo se agrietan notablemente. Estos suelos a menudo ponen a prueba al jardinero al límite, pero cuando se maneja adecuadamente con

el cultivo y la elección de la planta, puede ser muy gratificante trabajar con este tipo de suelo (tabla 3).

Tabla 2 Suelo arenoso y plantas que se desarrollan de forma óptima en él.

<i>Suelo arenoso</i>	
Tubérculos y raíces	Patata, Batata, Yuca, Ñame, Boniato, Chufas, Taro, Nabo, Remolacha, Rábano, Zanahoria, Apio
Bulbos	Ajo, Cebolla, Cebollinos, Puerro
De hoja	Col, coliflor, brócoli, lechuga
Árboles	Cítricos se adaptan a cualquier suelo, Higuera, Manzano, Almendro, Caqui, Granado, Algarrobo, Laurel, Olivo, Ciruelo, Abedul (Betula), Acacia, Acer negundo, Álamo blanco, pino, Magnolia,
Arbustos	Romero, Lavanda, Tomillo, Adelfa, Buganvilla, Abutilón, Azalea, Bougainvillea glabra, Camelia, Carpobrotus edulis, Ceanothus, Cistus, Helechos, Hortensia, Jazmin, Kerria japonica, Lampranthus spectabilis,
Otros	Aloe, Kalanchoe, Lampranthus, Palmera de Madagascar, Siempreviva, Rudbeckia, Clavellina, garra de león, clavelina, rudbeckia, la retama, rocalla, zinnias, ajenjo, Aeonium arboreum, Cilantro, Clavelina, Clematis, Cotinus, Delosperma cooperi, Manzanilla, Orégano, Perowskia, Tomillo

Nota. Adaptado de "Elección de las plantas adecuadas según el tipo de suelo (Arenoso)", de Eco y Ambiente., (01, junio 2020).: <https://ecoyambiente.com/?p=2126>.

Tabla 3 Suelo arcilloso y plantas que se desarrollan de forma óptima en él.

<i>Suelo arcilloso</i>	
Árboles	Papiros, manzanos, arces, sauces, bambú, Abedul, Aliso, Chopos, Ciruelo rojo, Fresnos, Ginkgo, Melia, Nogal, Roble, peral, avellano, membrillo, laurel
Flores y arbustos	Lirios, Dalias, Cala, Madreselva, Clematis, Viña ornamental, Agerato, Astilbe, Bambúes, Bergenia, Cosmos, Digital, Eupatorio, Filipendulina, Flox, Helecho espada, Helecho real, Hemerocalis, Hosta, Lobelia, Lythrum salicaria, Nemesia, Nomeolvides, Oreja de elefante, Paragüitas, Primula denticulata, Primula florindae, Primula japonica, Senecio smithii, Trollius europaeus, rosas, lila, celinda, Girasol,
Alimentos	Repollos, brócoli, Alcachofas, berenjenas, acelgas, cardos y achicoria, coliflor, tomates, ruibarbo, cebollino, menta, acedera, espinacas, los frijoles y los guisantes.

Nota. Adaptado de "Plantas para suelos arcillosos", de Morales, J., (01, Junio 2020). Recuperado de <https://fichas.infojardin.com/listas-plantas/plantas-suelo-arcilloso.htm>.

- ✓ El suelo limoso se caracteriza por permitir el cultivo de casi cualquier planta o alimento, a excepción de aquellos organismos que necesitan suelos muy secos para su desarrollo en la tabla 4 se mencionan algunos

cultivos que son aptos para su desarrollo. Esto es así porque el limo permite que el suelo retenga bastante agua y facilita también la constante ventilación, debido a que el aire circula libremente entre las partículas [Rodríguez, D., 2020].

Tabla 4 Suelo limoso y plantas que se desarrollan de forma óptima en él.

Suelo limoso	
Árboles	Sauces, los fresnos, las encinas, los chopos, los álamos, sauce, abedul o cornejo
Plantas	Arroz, lechuga, alcachofas, col, lino de nueva zelanda.
Arbustos	Mahonia
Otros	Caña de azúcar. La mayoría de los cultivos de hortalizas y frutas crecen en suelos limosos que tienen un adecuado drenaje adecuado.

Nota. Adaptado de "Suelo Limoso: Características, Localización y Usos", de Rodríguez, D., (01, junio 2020).: <https://www.lifeder.com/suelo-limoso/#Cultivos>.

- **Desarrollar un dispositivo para medir la temperatura y humedad de la tierra:** En esta etapa es necesario desarrollar un dispositivo que nos permita medir variables como, temperatura, humedad del suelo, primero se realizó la investigación de los sensores que podrían ser los óptimos para las necesidades a satisfacer.

Para el desarrollo del prototipo se utilizó la placa Arduino Nano (Figura 2) ya que es una placa de desarrollo de tamaño compacto, completa y compatible con protoboards, basada en el microcontrolador ATmega328P.

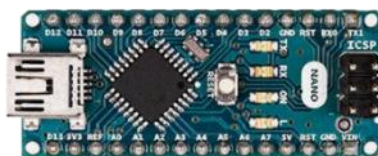


Figura 2 Placa Arduino Nano.

Para la medición de temperatura se escogió el sensor Im53, que es un sensor que nos permite realizar mediciones de temperatura de entre -55 hasta 150 °C, con una salida lineal con una equivalencia de 150 °C = 1500 mV. Por otra parte, otra necesidad del proyecto era la medición de la

humedad, para ello se seleccionó el sensor yl-69, que en comparación a otros sensores de humedad este permite hacer mediciones en ambientes exteriores, ya que cuenta con 2 placas que van directamente a medición de suelo. Para establecer la comunicación entre la placa de arduino y el dispositivo android se implementó el protocolo bluetooth, para enviar y recibir datos, mediante el módulo hc-06 (Figura 3).



Figura 3 Módulo hc-06.

En cuanto a las conexiones, como se puede observar en el diagrama (Figura 4), la mayoría de sensores necesita una fuente de 5 V, gnd y VCC, los cuales van conectados a la línea negra y roja correspondiente, el sensor bluetooth utiliza las líneas TX1 y RX0 estos permiten el envío de datos al dispositivo HC-06 (Bluetooth) que a su vez los enviará inalámbricamente a la aplicación android. Los sensores LM35 y YL-69 a su vez utilizan los pines A0 y A1 estos se utilizan para entradas analógicas, en este caso serán los encargados de recibir tanto la temperatura del sensor y la humedad, y que pueda ser leída por arduino.

Previamente se realizó la programación del dispositivo arduino, para que ese pudiera obtener los resultados deseados. Se tienen dos métodos principales, lo cuales, primeramente, hacen un mapeo de las salidas analógicas hacia los sensores conectados, mediante el método `readSensor` (Figura 5), así mismo hacen las conversiones necesarias para el cálculo de temperatura y humedad, para después ser guardados en el arreglo de valores.

Finalmente se realizaron pruebas individuales con cada sensor de manera que se pudiera comprobar su correcto funcionamiento, para finalmente realizar las conexiones en una protoboard y pudieran trabajar en conjunto.

datos en cajas de texto, para después de esta mostrar las recomendaciones con base en la información obtenida. Finalmente, la última etapa consta de utilizar los datos recibidos para utilizarlos y dar una recomendación de plantas que se pueden cultivar según las condiciones del suelo que se está midiendo en ese momento (Figura 6).

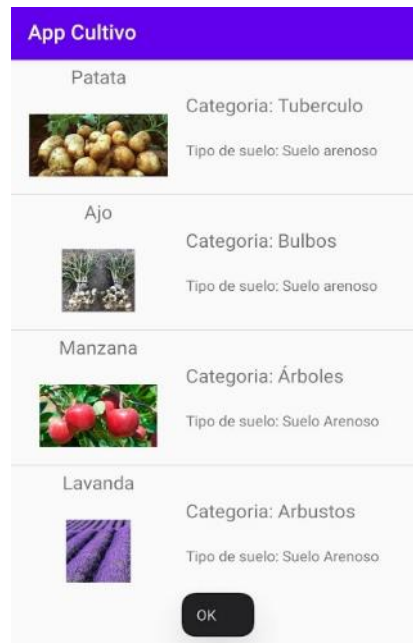


Figura 6 Pantalla de recomendación.

- **Pruebas y depuración:** En la etapa de pruebas y depuración, se tomó una muestra de cada tipo de suelo (arenoso, arcilloso, limoso, humus) y se examinó con el dispositivo arduino desarrollado anteriormente. Se registraron lecturas de la humedad y la temperatura que presentaban en ese momento, tomando en cuenta de la misma manera los datos de los rangos de pH de cada tipo de suelo (Tabla 1).

En las primeras pruebas se presentaron problemas en la obtención de los datos, uno de ellos fue cuando se mostraban los datos en la caja de texto, si el número era mayor a dos cifras, se perdían los valores siguientes, sin embargo, al ser un problema menor de programación se solucionó modificando el código.

- **Experimentación:** Se experimentó con una *Portulaca grandiflora* también conocida coloquialmente como flor de seda o verdolaga, sembrando en los diferentes tipos de suelo: Suelo arenoso, suelo arcilloso, suelo limoso y humus.

La flor de seda es una especie que pertenece a la familia portulacáceas que florece durante los meses de junio a octubre, se le considera una planta herbácea de porte rastrero y colgante. Entre sus características destacan hojas carnosas de forma oval o linear de unos dos centímetros de longitud. Sus flores abren sólo durante el día y al atardecer se cierran, puede llegar a medir hasta 30 centímetros (Figura 7). Se cultiva en suelo que sea rico en elementos nutritivos y tenga un buen drenaje (Vega, 2019).



Figura 7 Flor de seda o Portulaca.

Una vez plantada, la *portulaca grandiflora* en los diferentes tipos de suelo (Figura 8); las condiciones y cuidados a los que estuvo sometida esta planta fueron:

- ✓ El lugar donde se situaron las plantas fue en una terraza en la cual estuvo expuesta al sol directamente a temperatura ambiente, ya que esta planta no resiste temperaturas bajas, soportando temperaturas mínimas de entre 12 a 15 grados centígrados por la noche y máximas de 32° durante el día.
- ✓ Se regó una vez cada tercer día, con un aproximado de 450 ml de agua, ya que al estar expuesta directamente al sol necesita más agua.



Figura 8 Flor de seda plantadas, en las muestras de cada tipo de suelo.

- ✓ Posteriormente se realizaron lecturas sobre la temperatura y humedad que cada una de las muestras (Figura 9), tomando en cuenta los rangos de pH de cada tipo de suelo (Tabla 1).



Figura 9 Muestras de temperatura y pH del suelo limoso.

3. Resultados

El monitoreo de temperatura y humedad de cada uno de estos tipos de suelo se llevó a cabo a del 1° al 15 de junio, la temperatura y humedad se registraban una vez al día.

Resultados según suelo arcilloso

El suelo arcilloso es considerado un suelo pesado, principalmente por su baja capacidad de drenaje. Durante el experimento se observaron características del suelo como que es un suelo difícil de manejar, tiende a compactarse, retiene muchos líquidos, además en verano tiende a agrietarse como se muestra en la figura 10. La tabla 5 muestra los resultados de temperatura y humedad registrada durante el experimento.

Resultados según suelo limoso

Durante el experimento se observaron características del suelo como que es un suelo mucho más fácil de manejar a comparación del suelo arcillosos, retiene agua por más tiempo, por lo tanto, su humedad es elevada, casi similar a la del suelo arcilloso. La tabla 6 muestra los resultados de temperatura y humedad registrada durante el experimento.



Figura 10 Muestra de suelo arcilloso agrietado.

Tabla 5 Monitoreo de temperatura y humedad del suelo arcilloso.

Suelo Arcilloso Rango de pH: > 9															
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)	26	22	28	25	27	30	23	21	22	26	25	29	25	23	26
Humedad (%)	92	90	88	94	93	87	91	90	93	89	93	91	94	93	92

Tabla 6 Monitoreo de temperatura y humedad del suelo limoso.

Suelo limoso Rango de pH: 6.6 - 7.5															
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)	22	20	25	27	25	22	25	23	24	26	25	21	23	21	23
Humedad (%)	98	97	95	93	95	96	93	94	98	95	93	95	97	97	94

Resultados según suelo arenoso

El suelo arenoso contiene partículas mucho más grandes que el resto del suelo e incluso gravilla, se distingue por su capacidad de drenaje es mucho mayor, a diferencia de los suelos anteriores, por lo que la humedad en este tipo de tierra es muy baja.

La tabla 7 muestra los resultados de temperatura y humedad registrada durante el experimento.

Tabla 7 Monitoreo de temperatura y humedad del suelo arenoso.

Suelo arenoso Rango de pH: <5															
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)	40	27	25	41	35	37	26	30	21	27	23	23	37	36	30
Humedad (%)	11	16	8	9	18	19	13	24	23	22	14	15	28	18	9

Resultados según suelo humus

Por último, el suelo Humus se compone por partículas de suelo limo y hojas, tiene un nivel de drenaje de agua medio a comparación de los suelos limo y arenoso, tiene un color negro (Figura 11). En la tabla 8 muestra los resultados de temperatura y humedad obtenidos a lo largo de este experimento.



Figura 18 Muestra de suelo Humus.

Tabla 8 Monitoreo de temperatura y humedad del suelo humus.

Suelo humus Rango de pH: 3,5 -4															
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)	20	16	22	14	26	24	27	25	16	22	21	23	20	23	21
Humedad (%)	81	97	83	96	82	89	84	67	90	86	78	82	93	94	93

El análisis de la información recabada por los sensores en los diferentes tipos de suelo lleva a comparar el desarrollo de la planta en cada una de las muestras, lo que arrojó que la flor de seda se desarrolló mucho mejor en el entorno (temperatura, humedad) y los nutrientes (pH) que le brindaba la muestra de suelo arenoso ya que este se desarrolló al punto de florecer (Figura 19), lo cual en las muestras restantes esto no sucedió (Figura 20). Tal como lo recomienda Vega (2019) en su artículo

“Portulaca: Cuidados y características”, a pesar de su adaptabilidad esta planta crece en suelo medianamente fértil y algo arenoso con buen drenaje e incluso jardines rocosos.



Figura 19 Portulaca grandiflora plantada en muestra de suelo arenoso.



Figura 20 Muestras de suelo Humus, arcilloso y limoso muestran un desarrollo menor a comparación de la muestra con suelo arenosos.

4. Discusión

El dispositivo desarrollado en la plataforma arduino en sus inicios tenía la finalidad también de realizar las mediciones de ph sobre el suelo, esto se vió afectado de manera notoria, ya que al tratar de conseguir el sensor era demasiado caro por lo que se decidió optar únicamente hacer mediciones principalmente de temperatura y humedad, lo que nos limitaba en la experimentación, ya que el ph era una parte fundamental para la detección del suelo con el que se contaba, por otra parte como aún está en una fase de prototipo estos sensores utilizados, se puede notar que estos no tienen una capacidad o precisión necesaria para hacer un producto que nos diera los mejores resultados a manera que fuese mucho más confiable.

5. Conclusiones

Tal como esta investigación lo ha demostrado cada suelo tiene diferentes características como el color, capacidad de drenaje, compuestos, tamaño de sus sedimentos, texturas por mencionar algunos y de acuerdo con estas, su humedad, temperatura y pH varían, lo cual hace que sean diferentes los nutrientes que brindan a la planta o cultivo que pueda ser plantado en el mismo.

De acuerdo con los resultados de esta investigación se comprueba la hipótesis donde un dispositivo basado en android conectado a una app es capaz de sugerir el tipo de planta de acuerdo a las características del suelo obtenidas con una herramienta en arduino. Con ello se busca aumentar el porcentaje de éxito de crecimiento en las plantas en un 30%. Puesto que los resultados arrojan que las plantas se desarrollan mejor de acuerdo al tipo de suelo al cual pertenezca (arenoso, limoso, arcilloso, humus), a pesar de las características de adaptabilidad que posea dicha planta, cultivar en el suelo correcto permite el éxito de desarrollo de dicha planta. Un ejemplo son los resultados del experimento ya que la muestra de suelo arenoso tuvo un 30% más de éxito en el florecimiento a diferencia de las muestras de los suelos limoso, humus y arcillosos las cuales no florecieron. Al sugerir los posibles cultivos aptos para el tipo de suelo que posea con apoyo del dispositivo desarrollado aumenta el porcentaje de éxito de crecimiento de las plantas.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Bellver, E. (2020). Tipos de suelo y características. Marzo 15, 2020, de ECO: <https://tendencias.com/eco/tipos-de-suelos/>.
- [2] Bonells, J. (2017). Suelos ácidos, alcalinos y salinos. Junio 01, 2020, de Jardines sin fronteras: <https://jardinessinfronteras.com/2017/08/22/suelos-acidosalcalinos-y-salinos/>.
- [3] Fertilab. (2018). El manejo de suelos alcalinos. Junio 01, 2020, de Fertilab: www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/el_manejo_de_suelos_alcalinos.pdf.
- [4] Morales, J. (2019). Plantas para suelos arcillosos. Junio 1, 2020, de Info Jardin: <http://fichas.infojardin.com/listas-plantas/plantas-suelo-arcilloso.htm>.

- [5] Eco y Ambiente, Insecticida Ecológico Tierra de diatomeas micronizadas. (2013). Elección de las plantas adecuadas según el tipo de suelo (Arenoso). Junio 01, 2020, de ECO y Ambiente: <https://ecoyambiente.com/?p=2126>
- [6] Lezochea, M., Hernández, J., Alemany, M., Panetto, H. & Kacprzyk, J. (2019). Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. febrero 19, 2020, de Elsevier B.V.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361519307584#bib0740>.
- [7] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Tipos de suelos. Marzo 15, 2020, de FAO: <http://www.fao.org>
- [8] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2019). Suelos Ácidos. Junio 01, 2020, de FAO: <http://www.fao.org>.
- [9] Rodríguez, D.. (2019). Suelo Limoso: Características, Localización y Usos. Junio 01, 2020, de Lifer: <https://www.lifer.com/suelo-limoso/#Cultivos>.
- [10] Vega, B. (2019). Portulaca: Cuidados y características. Mayo 15, 2020, de Bekia Hogar: <https://www.bekiahogar.com/articulos/portulaca-cuidados-caracteristicas/>.
- [11] Vildósola, P. (2017). Los invernaderos eficientes, una opción para ser más competitivos. 2020, de El Mercurio: <https://www.elmercurio.com/campo/noticias/noticias/2017/06/28/los-invernaderos-eficientes-una-opcion-para-ser-mas-competitivos.aspx?disp=1>.