Diseño de un dispositivo electrónico para el registro y transmisión inalámbrica de variables físicas, en función del buen estado de plantas domésticas, para su visualización en tiempo real en un aplicativo Android para el Bosque Seco del Parque Biotemático Megua.

Daniel Díaz Daza, Dairo Meriño Jaimes & Carlos Soto-Montaña

Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia

dd_920@hotmail.com, dairo1607@hotmail.es, carlos.soto@uac.edu.co

Recibido: Marzo 24, 2021.

Recibido en su versión corregida: Mayo 10, 2021.

<https://doi.org/10.54606/Sextante2021.v25.01>

Aceptación: Junio 18, 2021.

Cómo citar: Daza Díaz, D., Meriño Jaimes, D. & Soto-Montaña, C. (2021). Diseño de un dispositivo electrónico para el registro y transmisión inalámbrica de variables físicas, en función del buen estado de plantas domésticas, para su visualización en tiempo real en un aplicativo Android para el Bosque Seco del Parque Biotemático Megua. *Revista Sextante*, 25, pp. 2 - 11, 2021.

Resumen

El artículo a continuación presentado consiste en el diseño e implementación de un dispositivo electrónico para el registro y transmisión inalámbrica de variables físicas, en función del buen estado de plantas domésticas para su visualización en tiempo real en un aplicativo Android para el Parque Biotemático Megua. El aplicativo, llamado aka Caribe Smarts Plants, es un prototipo electrónico desarrollado con el objetivo de mejorar la conservación del ecosistema local, así como también brindar educación ambiental sobre el ciclo de vida de las plantas y recopilar información regional sobre las condiciones climáticas y de cuidado de la flora atlanticense. Es así que se logrará brindar una alternativa viable, funcional y de bajo presupuesto, que guarde la información pertinente de plantas locales y permita la adquisición, monitoreo y procesamiento de los datos de las variables ambientales de temperatura ambiente, humedad del suelo, luminosidad y fertilidad, a través de lecturas periódicas transmitidas sobre redes Wi-Fi (IEEE802-1b/g) en una aplicación Android, con el objetivo de promover la recuperación, preservación y protección del ecosistema de bosques secos.

Palabras clave: Biodiversidad; Desarrollo de aplicaciones Android; Flora; Procesamiento de datos; Sensado de variables físicas; Transmisión Wi-Fi.

Design of an electronic device for recording and transmission wireless physical variables, depending on the good state of domestic plants, for viewing in real-time on an Android application for the Dry Forest of the Parque Biotemático Megua.

Abstract

The article presented below consists of the design and implementation of an electronic device for recording and wireless transmission of physical variables based on the good condition of domestic plants for display in real time in an-Android application for the Megua Biothematic Park. The application, called aka Caribe Smarts Plants, is an electronic prototype developed with the objective of improving the conservation of the local ecosystem, as well as providing environmental education on the life cycle of plants and gathering regional information on climatic conditions and care of the flora of the Atlantic. In this way, it will be possible to provide a viable, functional, low-budget alternative with relevant information on local plants that allows the acquisition, monitoring and processing of data on environmental variables such as ambient temperature, soil moisture, luminosity, and fertility, through periodic readings transmitted over Wi-Fi networks (IEEE802-1b/g) in an-Android application, with the aim of promoting the recovery, preservation and protection of the dry forest ecosystem.

Keywords: Android application development; Biodiversity; Data processing; Flora; Sensing of physical variables; WiFi transmission.

1. Introducción

Aunque la realidad de muchos países, entre ellos Colombia, y particularmente en la región Caribe, es bastante pobre en lo que respecta a conservación y cuidado ambiental. Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, en su Volumen 13, Número 2 Julio - diciembre de 2012, el alto grado de amenaza que sufre el bosque seco, producto de su larga historia de transformación y degradación en el Neotrópico, y específicamente en Colombia, se suma a las grandes deficiencias que actualmente presentan las estrategias para su conservación. Arango et al. (2003) estimaron que sólo el 3 % de los bosques secos del país están incluidos en áreas protegidas, todos ellos ubicados en la ecorregión antes mencionada, donde se encuentran los relictos de bosque en mejor estado de conservación.

Sin embargo, en Colombia no existen datos recientes acerca de la cobertura real de este ecosistema. Se tiene información del estudio de Etter (1993), en donde se estima que la cobertura del bosque seco del país es del 1,5 % de su cobertura original. Dicho remanente estaría presente en áreas de intenso uso agropecuario, como es el caso de la región Caribe y los valles interandinos (Cauca y Magdalena)

Ahora, si bien en la Costa Caribe funcionan ocho Corporaciones Autónomas Regionales y dos Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las cuales pueden ser consultadas en el siguiente enlace: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html, según el investigador Gómez (2013) “no es fácil hacer una evaluación integral de su desempeño, toda vez que no existe un adecuado sistema de información ambiental que permita cuantificar el verdadero impacto de la gestión realizada. A lo anterior se suman los cuestionamientos respecto a la transparencia administrativa y la politización de estas entidades”.

Lo más crítico es que esta área de manejo de las Corporaciones Autónomas y Regionales y de Desarrollo Sostenible no trata los principales inconvenientes ambientales de la región donde se encuentran: la deforestación, disminución del caudal de las fuentes hídricas, extinción de especies animales, contaminación y erosión, ni tampoco contiene la totalidad de los ecosistemas de

importancia de la región. De hecho, de los 23 ecosistemas del Caribe, sólo 13 (56,5%) son áreas protegidas, en tanto que ecosistemas de la mayor importancia mundial, como los arrecifes coralinos y pastos marinos, sólo alcanzan a proteger el 13,6% y el 7,8% de sus ambientes, respectivamente. Esto no es coherente con una estrategia comprehensiva de conservación. Por el contrario, la segmentación de áreas protegidas poco contribuye en el largo plazo a la salvaguarda de la funcionalidad de estos ecosistemas, lo cual, en últimas, se constituye en su principal valor.

Claramente hay muchas situaciones que atender a propósito de la conservación de la biodiversidad ambiental de la región. En términos de conservación en el Trópico, el bosque seco es uno de los ecosistemas más degradados y amenazados, pues se presenta como parches o fragmentos en casi toda la región Neotropical de Colombia, en su mayoría inmersos en paisajes dominados por cultivos y áreas dedicadas a la ganadería (Sánchez-Azofeifa et al., 2005).

En la región Caribe estos tipos de bosques han sido afectados por varias perturbaciones como: asentamientos humanos, actividades antrópicas y contaminación con desechos sólidos generados por los habitantes de los sectores aledaños al área de estudio, disminuyendo su diversidad de especies presente en el espacio (Quitiaquez Segura, 2018).

Por ello es esencial para la preservación y conservación ambiental de la biodiversidad de la región, promover la recuperación y protección del ecosistema de bosques secos (ver [Figura 1](#)), dado que no solo reduciría estos fenómenos, sino que también garantizaría el uso sostenible de recursos como: el suelo, de mucha importancia para la sociedad; y permitiría la prevención de la pérdida de especies endémicas, tanto de flora como de fauna en estos espacios; además que la información obtenida servirá para nuevos proyectos, buscando la conservación de estos espacios naturales en la región.

2. Referentes en estado del arte

Esta investigación se apoya en el trabajo realizado por la empresa alemana VegTrug, con su producto VegTrug Grow Care Home, el cual cuenta con una app móvil en Android e iOS, para la gestión

Biodiversidad y distribución del bosque seco tropical en Colombia

Figura 1. Distribución del bosque seco en Colombia.

Fuente: Tomado de (¿Quiénes protegen los bosques secos del Caribe? - Vida - ELTIEMPO.COM, n.d.)

Tabla 1. Matriz metodológica con la línea de desarrollo de la aplicación Caribe Smarts Plants.

Fase	Objetivos específicos	Acciones
Documentación	Identificar factores que tienen mayor influencia sobre las variables de respuesta (temperatura, humedad, luminosidad y fertilidad) en bosques secos de la región.	Estudio de la literatura de las tecnologías de monitoreo, aplicaciones sobre bosques secos y condiciones medioambientales.
	Determinar población muestra que integrará base de datos flora para análisis y monitoreo.	Selección de especímenes que integrarán la base de datos y se usarán para investigación de propiedades, usos e información importante para su cuidado y estudio.
Diseño y desarrollo de la propuesta.	Desarrollar aplicativo móvil para análisis, visualización y gestión de datos de muestra de flora escogida.	Elaboración del prototipo en IOS Android.
Evaluación del sistema propuesto.	Realizar pruebas experimentales para validar rendimiento y funcionamiento de prototipo, así como de transmisión inalámbrica de datos.	Verificación de resultados.

Fuente: Los autores.

de sus variables de temperatura ambiente, humedad del suelo, luminosidad y fertilidad, con transmisión de datos sobre redes BLE (Bluetooth Low Energy), gracias a la información suministrada por una base de datos de 4.000 plantas europeas. Las limitaciones del presente proyecto permiten gestionar una base de datos no mayor a 500 especímenes, obtenidos gracias a la colaboración del Parque Biotemático Megua, donde se implementará el proyecto. Este sitio cuenta con un bosque seco tropical de 32 hectáreas, ubicado sobre la vía La Cordialidad, a la altura del municipio de Galapa, y es un referente de reserva en la región.

3. Metodología de la propuesta ingenieril

El presente proyecto de desarrollo e implementación se fundamenta en dos escenarios posibles de actuación: la fundamentación conceptual y la experimentación. El primer escenario implica la recolección documental de diferentes fuentes, con el ánimo de analizar el estado del arte y las tendencias actuales en materia investigativa de esta temática de estudio. El segundo escenario implica el diseño de un modelo funcional, la programación y diseño de una base de datos que albergue la flora seleccionada, la construcción de un

prototipo electrónico y un aplicativo móvil que gestione y visualice los datos requeridos. En la Tabla 1 se proyecta una matriz metodológica donde se aprecia la correspondencia entre las fases, objetivos y acciones que se pretenden alcanzar con el desarrollo de la presente propuesta.

El tipo de estudio efectuado es de tipo descriptivo, puesto que permite realizar un levantamiento de la situación actual en lo referente a la utilización de sensores para mediciones ambientales en los bosques secos y los diversos sistemas de comunicaciones.

Al ser Caribe Smart Plants una aplicación móvil, su desarrollo difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes especiales que lo hacen más complejo. (Dunlop, 2002)

Por esta razón la aproximación metodológica más rigurosa está representada por la propuesta de (Rahimian & Ramsin, 2008), quienes presentan un enfoque pragmático donde en su primera iteración (ver [Figura 2](#)), se divide la fase de análisis con la intención de mitigar riesgos de desarrollo; de la misma forma, el diseño también se segmenta para introducir algo de diseño basado en arquitectura. La implementación y las pruebas, sin embargo, se fusionan, introduciendo conceptos de desarrollo orientado a pruebas (Test-Driven Development,

TDD). Aparece, además, una fase de comercialización incidiendo en el sesgo hacia el desarrollo de producto que se impone en el escenario del desarrollo de aplicaciones para plataformas móviles.

En este apartado la aplicación Caribe Smarts Plants fue diseñada con el fin de registrar y transmitir las variables físicas para el Parque Biotemático Megua, siendo las condiciones del bosque el objeto de estudio y principal objeto de comercialización, asociadas al objetivo general del proyecto.

Tras la instanciación realizada en la primera iteración metodológica, la segunda (ver [Figura 3](#)), realiza una integración de ciertas partes de los modelos NPD, añadiendo la generación de ideas en el inicio del ciclo y una prueba de mercado antes de lanzar la fase de comercialización. Para el caso puntual del proyecto, se definen de acuerdo con el estudio de literatura los factores que tienen mayor influencia sobre los bosques secos de la región, siendo las variables de respuesta temperatura, humedad, luminosidad y fertilidad.

La tercera iteración (ver [Figura 4](#)), integra directamente el "motor de desarrollo" de los métodos de desarrollo adaptativo (ASD), muy orientados al aseguramiento de la calidad en los procesos de desarrollo. En este apartado se integra la base de datos correspondiente a aproximadamente 50 plantas de la flora local para su análisis y monitoreo, acto relacionado al segundo objetivo específico del proyecto.

Figura 2. Primera iteración en el diseño híbrido: instancia de análisis y diseño.

Fuente: Tomado de (Rahimian & Ramsin, 2008).

Figura 3. Segunda iteración en el diseño híbrido: integración hacia el desarrollo de producto.

Fuente: Tomado de Rahimian & Ramsin, (2008).

Figura 4. Tercera iteración en el diseño híbrido: motor de desarrollo.

Fuente: Tomado de Rahimian & Ramsin, (2008).

Pensando en aquella propiedad "ideal" de disponer de la arquitectura física en una fase temprana del proceso, en la cuarta iteración se añaden elementos de prototipado; se refina, además, la fase de iniciación del proyecto, sobre la base del mismo elemento de los procesos adaptativos. Este aspecto se integra perfectamente al apartado donde se proceden al diseño (wireframe) y desarrollo del prototipo de la aplicación sobre el motor de desarrollo de Android Studio, así como a las pruebas en campo de la integración de la app con el hardware del controlador y los sensores.

Respecto al manejo de los datos por parte del controlador y los sensores, estos son particionados y manejados sobre la estructura de un archivo JSON. Al ubicarlos dentro de esta estructura y solicitar a la app que accedan a ellos se aporta flexibilidad a la gestión de la información, ya que

permite generar subestructuras de peticiones GET que complementen los datos expuestos. Estas se encargan de incluir información sobre enlaces a datos complementarios, así como información sobre elementos hijos que los datos originales necesiten.

En cuanto al hardware, correspondiente al equipo ESP8266, se gestiona los datos desde un web server, el cual envía datos cada 2 segundos mediante un texto plano, dividido en strings (cadenas de texto), para que sea más sencillo gestionar por el API JSON. En el apartado de la aplicación Caribe Smarts Plants esta gestión se evidencia en el archivo `lplants.dart`, donde se carga el API desde un servicio web, y luego se procede a extraer los datos del archivo .JSON bajo la etiqueta de «plantas», la cual contiene cada información respectiva, incluyendo sus imágenes, descripciones, familia y género. Ver [Figura 5](#).

```
class _IndexPlants extends State<IndexPlants> {
  String url = 'https://api.sheety.co/9077bd5ab636fbf2c6077649c27fb909/bdCaribeSmartsPlants/plantas';
  List data;

  // ignore: missing_return
  Future<String> makeRequest() async {
    var response = await http
      .get(Uri.encodeFull(url), headers: {"Accept": "application/json"});
    setState(() {
      var extractdata = json.decode(response.body);
      data = extractdata["plantas"];
    });
  }

  @override
  // ignore: must_call_super
  void initState() {
    this.makeRequest();
  }
}
```

Figura 5. Extracto del código correspondiente al manejo del API JSON.

Fuente: Los autores.

BD Caribe Smarts Plants

[Open Spreadsheet →](#)

API Authentication Usage Settings

1 sheets [Refresh](#)

plantas

To add or edit sheets, do so in the spreadsheet itself then push "Refresh" here. [Learn more →](#)

plantas

Enable or disable specific behaviours for this sheet.

GET Retrieve rows from your sheet ☒ Enabled

`https://api.sheety.co/9077bd5ab636fbf2c6077649c27fb909/bdCaribeSmartsPlants/plantas`

JavaScript Example

```
let url = 'https://api.sheety.co/9077bd5ab636fbf2c6077649c27fb909/bdCaribeSmartsPlants/p
fetch(url)
.then((response) => response.json())
.then(json => {
  // Do something with the data
  console.log(json.plantas);
});
```

POST Add a row to your sheet ☐ Disabled

PUT Edit a row in your sheet ☐ Disabled

DELETE Delete a row in your sheet ☐ Disabled

Figura 6. Gestión de la base de datos mediante la herramienta online Sheety.

Fuente: Los autores.

Figura 7. Diagrama de arquitectura de la aplicación Caribe Smart Plants.

Fuente: Los autores.

Toda la información es gestionada desde una base de datos web, integrada en la herramienta de Google Sheets, lo que permite que se puedan hacer cambios en tiempo real de cualquier planta. Esto es gracias a la herramienta Sheety. Ver [Figura 6](#).

En la hoja de cálculo cada columna corresponde a una etiqueta JSON, que permitirá ser llamada por categoría dentro de la aplicación de acuerdo con lo requerido. Todos los procesos anteriormente descritos se encuentran resumidos gráficamente en la [Figura 7](#).

4. Resultados y análisis

La vista general de la aplicación Caribe Smart Plants en su versión final se puede apreciar en la [Figura 8](#). Aquí se observa cada una de las etapas que integra la aplicación móvil, de acuerdo con la línea de ejecución para la consulta de una especie en específico.

Se realizaron pruebas estadísticas para dos plantas instaladas sobre la misma área con el fin de ser transparentes en la toma de los datos, y poder observar la variación en el transcurso del tiempo y las propiedades fisicoquímicas de cada planta y suelo.

Figura 8. Vista general de la aplicación Caribe Smart Plants.

Fuente: Los autores.

La primera muestra correspondió a la planta Cheerleader Red (ver la [Figura 9](#)). Los datos registrados se encuentran en la Tabla 2.

La segunda muestra corresponde a la planta Aloe brevifolia, conocida popularmente como Aloe (ver la [Figura 10](#)). Los datos registrados se encuentran en la Tabla 3.

En los suelos y plantas muestreados se evidencia la importancia de la calidad de la fertilidad de un suelo agrícola. Estas condiciones están dadas por el contenido de sales presentes, dado que ellas reducen el potencial osmótico de la solución del suelo, reduciendo al mismo tiempo la disponibilidad de agua para las plantas a pesar de que el suelo muestre

Tabla 2. Datos registrados a partir del monitoreo de la planta de Cayena.

<i>Hora</i>	<i>Luminosidad</i>	<i>Humedad suelo</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Fertilidad suelo</i>
10:00 am	633	16	33.7	88
11:00 am	1204	23	38.6	132
12:00 pm	1222	20	39.9	114
13:00 pm	1286	18	41	105
14:00 pm	843	17	38.3	107
15:00 pm	629	15	34.1	106
16:00 pm	394	15	32.7	102
17:00 pm	120	15	31.3	101
18:00 pm	18	15	30.4	100
19:00 pm	0	15	29.8	100
20:00 pm	0	15	29	101
21:00 pm	0	15	28.5	100

Fuente: Los autores.

Tabla 3. Datos registrados a partir del monitoreo de la planta de Aloe.

<i>Hora</i>	<i>Luminosidad</i>	<i>Humedad suelo</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Fertilidad suelo</i>
10:00 am	708	21	34	108
11:00 am	842	22	37.2	138
12:00 pm	780	19	38.6	117
13:00 pm	836	17	39.5	105
14:00 pm	669	16	37	105
15:00 pm	575	15	33.7	107
16:00 pm	240	15	33.4	103
17:00 pm	56	15	31	102
18:00 pm	7	14	30.1	101
19:00 pm	0	14	29.3	101
20:00 pm	0	15	28.5	101
21:00 pm	0	15	28	99

Fuente: Los autores.

niveles razonables de humedad.

La manera en la que se mide dicha salinidad en los suelos es mediante la conductividad eléctrica (CE) (La Conductividad Eléctrica Del Suelo En El Desarrollo de Los Cultivos | Intagri S.C., n.d.). La conductividad eléctrica es la capacidad del suelo

para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo, por una concentración más elevada de sales. Los suelos con alta conductividad

Figura 9. Fotografía de la planta Cheerleader Red, Cayena.
Fuente: Los autores.

Figura 10. Fotografía de la muestra de datos de la planta Aloe
brevifolia, Aloe.
Fuente: Los autores.

eléctrica ($> a 1000 \mu\text{S/cm}$) impiden el desarrollo de los cultivos, valores $< a 500 \mu\text{S/cm}$ permiten un buen desarrollo.

Los suelos de las plantas medidas en el muestreo del proyecto tienen valores de conductividad eléctrica entre los 88 y 138 $\mu\text{S/cm}$ (micro Siemens/cm). En estos niveles la conductividad eléctrica no representa un riesgo para los cultivos por exceso de sales, dado que los valores de hasta 100 a 200 $\mu\text{S/cm}$ son considerados normales y no representan riesgo para los cultivos; sin embargo, se deben revisar las condiciones climatológicas en los picos que estos valores fueron superados.

5. Recomendaciones para trabajos futuros

La interpretación de los resultados de los análisis de suelos es compleja, por tal motivo es fundamental conocer las necesidades de las plantas y los niveles de nutrientes que hay en este, para luego estudiar la eficacia de las dosis de fertilizantes calculados en funcionalidad de los datos resultantes de los análisis de suelos. Por tal motivo, se recomienda repetir los análisis en el tiempo y a su vez, observar el comportamiento del cultivo para optimizar la fertilización futura, incluyendo variables adicionales de potasio, hierro, manganeso, zinc y pH.

El hierro en el suelo es un catalizador en la formación de la clorofila y es un portador de

oxígeno. Además, participa en la formación de enzimas respiratorias y está especialmente en los órganos en crecimiento y de mayor actividad fisiológica en las plantas como: yemas, hojas jóvenes, flores y embriones. El manganeso es importante en el sistema enzimático y metabólico de las plantas, participa en la formación de la clorofila y la fotosíntesis y acelera la germinación y madurez. El zinc en el suelo ayuda a las sustancias en crecimiento, reacciones metabólicas y formación de clorofila e hidratos de carbono. El potasio en el suelo también es esencial para el crecimiento de las plantas, ayuda al uso eficiente del agua, además es fundamental en la formación y calidad de los frutos y ayuda a la resistencia contra las patologías.

El problema con el censado de estos micronutrientes es que los transductores son costosos y de difícil adquisición en nuestro país, pero son altamente recomendables para tener datos que permitan elaborar proyecciones sobre el estado de los suelos del bosque seco.

Otras propiedades relevantes como recomendaciones son: evaluar la mineralogía, el tipo de arcillas y la fertilidad de los suelos. Es fundamental partir de las propiedades geológicas de la zona de estudio debido a la influencia marcada que poseen las piedras y minerales sobre la parte química del suelo, en especial si se tratan suelos jóvenes en zonas secas y semiáridas, donde la

variación física se destaca sobre las alteraciones químicas y biológicas.

El conocimiento de estos parámetros es útil para elegir el tipo más adecuado de abono, dado que el suelo contiene sales solubles en mayor o menor proporción. Sin embargo, si la cantidad aumenta y alcanza el límite, la vegetación no podrá subsistir. No obstante, hay que destacar que no todos los cultivos presentan la misma resistencia al medio salino, por lo que la interpretación de la conductividad eléctrica deberá siempre ir dirigida a un cultivo determinado.

A nivel de tecnologías de comunicación se recomienda complementar las mediciones de los sensores sobre Wi-Fi con nuevos protocolos, como es la situación de LoRa, la cual posibilita mandar información con un bajo costo energético y ser recibida a largas distancias debido a sus elevados niveles de sensibilidad (-130[dBm]); permitiendo usar una topología de estrella amplia, donde los dispositivos se conectan a puertas de enlace, y estas a su vez se conectan por medio de redes IP. De esta manera se fortalece la arquitectura de red sobre la cual interactuarán de forma directa las aplicaciones, que utiliza la tecnología LoRa, a fin de ofrecer conectividad inalámbrica a una enorme proporción de dispositivos de baja potencia en grandes zonas, es decir, que se lograría mayor cobertura, bajo coste de implementación, baterías de mayor duración y alta densidad de conexión.

6. Conclusiones

El proceso de desarrollo de esta investigación abarca las necesidades de diseñar y elaborar un dispositivo electrónico, que permitiese registrar y transmitir de manera inalámbrica y con bajo consumo energético, las principales variables físicas de las plantas domésticas en la zona del Parque Biotemático Megua, mediante un aplicativo desarrollado sobre Android.

Se puede afirmar que, a pesar del impedimento espacial y temporal de la ejecución del proyecto, debido a los limitantes de la pandemia a raíz del Covid - 19, tales como visitas de campos, compra de equipos, asesorías y similares, se logró la elaboración de un prototipo de alto rendimiento, que cumple a cabalidad las características de análisis, visualización y gestión de los datos de la muestra de

la flora determinada. Este aplicativo, denominado Caribe Smarts Plants, tiene un coste neto cercano a los \$100.000 pesos colombianos, con la ventaja de contar con elementos y dispositivos 100% libres tanto en su documentación, como en su software y hardware, garantizando que cualquier persona o ente interesado pueda mejorar el sistema implementado o migrarlo a las necesidades específicas del lugar u otras zonas climáticas.

Cabe aclarar que, aunque existen pocas aplicaciones móviles enfocadas a esta temática, es imperativo contar que se requiere una mayor tecnificación en el manejo y gestión de datos sobre la fauna de los bosques secos de la región Caribe. Además, articularlos sobre bases de datos de libre acceso y brindar parámetros y API abiertas para su libre consulta y manipulación.

A su vez, los resultados de investigación certifican que utilizando el Framework de desarrollo de Google denominado Flutter, la aplicación móvil implementada tiene aspectos interactivos modernos, fluidez, diseño elegante y dinámico en los distintos módulos, permitiendo obtener una Apk compilada en código nativo de Android, pero que también puede ser exportada sin problemas a webs apps, entornos de escritorio tipo Windows o Linux, pero sobre todo a plataformas móviles como iOS.

Con respecto a las pruebas experimentales sobre el suelo del bosque seco y de acuerdo con el análisis obtenido, se observa que son suelos sin problemas de acumulación de sales por lo que son considerados como no salinos, ya que su Conductividad Eléctrica (CE) es menor a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto debido a que son suelos de textura gruesa, con alta permeabilidad y ubicados en el bosque seco, por lo cual no acumulan sales. A su vez, se evidencia escasa lluvia presente en la zona, dada la poca humedad del suelo al momento de la muestra, así como fuertes temperaturas a lo largo del día. Se debe tener en cuenta que los muestreos de suelo se hicieron en el mes de noviembre, por lo cual en otra época del año pueden variar estos valores de conductividad eléctrica, ya que la precipitación es uno de los factores que la afecta.

Para finalizar, es importante resaltar las ventajas que, este tipo de sistemas de bajos costes, brindan a la ciudadanía y los organismos involucrados, pues como indica la Carta de la Tierra de la ONU en su

principio 10, donde permite que toda persona pueda tener acceso a la información sobre el medio ambiente, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones, facilitando el sueño alcanzable de colocar la información al alcance de todos.

Referencias

- Aragón, H. A. G., Martínez, J. J. S., & Amador, C. Á. (2020). Manejo y características de los suelos agrícolas de colonia Providencia, Nueva Guinea, 2017. *Revista Universitaria del Caribe*, 24(01), 78-97.
- Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. *Nuestra diversidad biótica*. 2006 CEREC y Fundación Alejandro Angel Escobar., 47-66.
- Vargas, W. & Ramírez, W. (2014). Restauración del bosque seco tropical. En: Pizano, C. & García, H. (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rahimian, V., Ramsin, R. (2008). *Designing and agile methodology for mobile software development: a hybrid method engineering approach*. Second International Conference on Research Challenges in Information Science, . RCIS 2008, 3-6 June 2008, Marrakech.
- ¿Quiénes protegen los bosques secos del Caribe? - Vida - ELTIEMPO.COM. (n.d.). Retrieved August 20, 2021, from <https://www.eltiempo.com/vida/quienes-protegen-los-bosques-secos-del-caribe-305262>
- Dunlop, D. J. (2002). Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms versus Hcr/Hc) 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 107(B3), EPM 4-1. <https://doi.org/10.1029/2001JB000486>
- La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos / Intagri S.C. (n.d.). Retrieved August 20, 2021, from <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>
- Quitiaquez Segura, J. E. (2018). Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño). <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3262>
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada, M., Rodríguez, J. P., Nassar, J. M., Stoner, K. E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E. L., Calvo-Alvarado, J. C., Kalacska, M. E. R., Fajardo, L., Gamon, J. A., & Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry Forests I. *Biotropica*, 37(4), 477-485. <https://doi.org/10.1046/J.0950091X.2001.00153.X-11>