

**Desarrollo de aplicativo web y app móvil SOIL-APP para el manejo efectivo de fertilización agrícola de cultivo de arroz.**

Edgar Villanueva Prieto

Ricardo Pesciotti Pabón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Ambientales – ECAPMA

Agronomía

Ibagué

2022

**Desarrollo de aplicativo web y app móvil SOIL-APP para el manejo efectivo de fertilización agrícola de cultivo de arroz.**

Edgar Villanueva Prieto

Ricardo Pesciotti Pabón

Asesor:

Francisco José Montealegre Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Ambientales – ECAPMA

Agronomía

Ibagué

2022

### **Agradecimientos**

A Dios por darnos la vida y guiarnos en este proyecto.

A nuestras familias que nos han apoyado de manera incondicional y sin dejarnos desfallecer para poder lograr esta meta.

A nuestros amigos que siempre nos han brindado apoyo para poder seguir adelante y culminar esta meta.

Al Ingeniero Agrónomo Francisco Montealegre que fue la persona encargada en ayudarnos a materializar la idea y guiarnos para poder realizar este trabajo.

A todos nuestros tutores de la UNAD, quienes nos han aportado en nuestra formación como futuros agrónomos.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

## Resumen

El concepto de agricultura 4.0 incorpora el uso de dispositivos, tecnologías de la información y big data al sector agrícola. En el sentido que nos ocupa resalta la importancia de la vida microscópica, las relaciones tróficas de bacterias y plantas y en ese orden, el estudio del suelo como organismo vivo que permita la racionalización del uso de agroquímicos.

La necesidad de producir alimentos para una creciente población mundial y la amenaza sobre las consecuencias que podría generar o seguir generando el cambio climático plantea el desafío de producir más alimentos sin aumentar los recursos para producirlos y minimizando el impacto ambiental. Ya parece no son suficientes las herramientas que la agricultura 1.0, 2.0 y 3.0 le brindaron a la humanidad para seguir haciendo frente a este desafío. La incorporación y los avances en el uso de dispositivos móviles y aplicaciones específicas para una necesidad determinada son hoy una herramienta que podría llegar a ser de gran utilidad y alcance para, por ejemplo, incorporar análisis de suelo y un uso preciso de fertilizantes en cultivos de gran demanda e importancia económica como lo es el arroz.

Existen algunos avances en el uso de estas herramientas para en el mundo, por ejemplo, existen aplicaciones en Google play store como Atfarm desarrollada por Yara international ASA que le permite a los productores monitorear biomasa con imágenes satelitales y hacer fertilización variable, planifica la fertilización, crea recomendaciones variables de nitrógeno utilizando imágenes satelitales de última generación

De acuerdo a lo anterior surge la necesidad de dar los primeros pasos para desarrollar una aplicación web y móvil - SOIL APP, que consiste en una herramienta tecnológica para el cultivo de arroz de gran importancia para la economía de la región, en la que se puedan ingresar los resultados de un análisis de suelo y teniendo en cuenta los requerimientos propios del cultivo, el

agricultor o agrónomo puedan obtener información más clara y eficiente sobre las dosis de fertilizantes que se deben emplear. Funcionaria como un traductor entre el lenguaje científico que arroja el análisis de suelo y el lenguaje práctico sobre dosis de fertilizantes empleados por el agrónomo o agricultor para su cultivo. Mediante esta herramienta el agrónomo o el agricultor pueden calcular las dosis adecuadas de fertilizantes de acuerdo con los resultados del análisis de suelo y a las recomendaciones dadas en la literatura científica.

Los datos ingresados facilitan ajustar las aplicaciones a lo que realmente necesita el cultivo lo que implicaría una reducción de costos para el agricultor. También se podría evidenciar al mismo tiempo lo que se lleva aplicado en el cultivo como forma de organización para el agricultor y agrónomo.

La importancia de desarrollar la aplicación web y móvil - SOIL APP se origina de los requerimientos de los cultivadores para utilizar una herramienta tecnológica que le permita reducir costos de producción y obtener mejor productividad de su cultivo, mediante una herramienta que podría hacer más eficiente el uso de fertilizantes.

***Palabras clave:*** Agricultura 4.0., agricultura de precisión, dispositivos móviles, fertilización, programación agrícola.

## Abstract

The concept of agriculture 4.0 incorporates the use of devices, information technologies and big data to the agricultural sector. In the sense that concerns us, it highlights the importance of microscopic life, the trophic relationships of bacteria and plants and, in that order, the study of the soil as a living organism that allows the rationalization of the use of agrochemicals.

The need to produce food for a growing world population and the threat of the consequences that climate change could generate or continue to break poses the challenge of producing more food without increasing the resources to produce it and minimizing the environmental impact. The tools that Agriculture 1.0, 2.0 and 3.0 have, are not enough. The incorporation and advances in the use of mobile devices and specific applications for a given need are today a tool that could become very useful, for example, to incorporate soil analysis and precise use of fertilizers in crops of great demand and economic importance such as rice

There are some advances in the use of these tools in the world, for example, there are applications in the Google play store such as Atfarm developed by Yara international ASA that allows producers to monitor biomass with satellite images and make variable fertilization, plan fertilization, creates variable nitrogen recommendations using state-of-the-art satellite imagery

According to the above, the need arises to take the first steps to develop a web and mobile application - SOIL APP, which consists of a technological tool for the cultivation of rice of great importance for the economy of the region, in which enter the results of a soil analysis and taking into account the specific requirements of the crop, the farmer or agronomist can obtain clearer and more efficient information on the doses of fertilizers that should be used. It would function as a translator between the scientific language produced by soil analysis and the practical language on the doses of fertilizers used by the agronomist or farmer for his crop. Through this

tool, the agronomist or the farmer can calculate the appropriate doses of fertilizers according to the results of the soil analysis and the recommendations given in the scientific literature.

The entered data makes it easy to adjust the applications to what the crop really needs, which would imply a cost reduction for the farmer. It could also be evidenced at the same time what has been applied in the crop as a form of organization for the farmer and agronomist.

**Keywords:** Agriculture 4.0., precision agriculture, mobile devices, fertilization, agricultural programming.

## Tabla de contenido

Introducción.....	14
Objetivos.....	16
Objetivo general. ....	16
Objetivos Específicos. ....	16
Planteamiento del problema .....	17
Antecedentes .....	17
Contexto donde se presenta el conflicto .....	18
Conflicto (no conformidad) que da lugar al desarrollo del proyecto .....	18
Descripción del problema .....	18
Problema central .....	19
Modalidades de Solución al Problema .....	20
Formulación del problema por medio de preguntas sistematizadoras.....	21
Justificación .....	22
Marco Teórico.....	23
Análisis de Suelos.....	29
Importancia de un análisis de suelos.....	29
Fertilización en el cultivo de arroz.....	33
Dosis de nitrógeno .....	34
Dosis de Fosforo .....	34
Dosis de Potasio.....	35
Otros nutrimentos.....	35
Toma de muestras.....	36
Metodología.....	42

Metodología de desarrollo .....	42
1er Fase .....	42
2da Fase .....	42
3er Fase .....	42
4ta Fase.....	42
Resultados y Análisis .....	44
1er Fase .....	44
2da Fase .....	44
3er Fase .....	52
4ta Fase .....	52
Análisis de una muestra de suelos .....	53
Desarrollo del aplicativo.....	54
Conclusiones.....	61
Recomendaciones .....	62
Referencias Bibliográficas.....	63
Apéndices .....	65

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Parámetros que se miden en un análisis de suelos</i> .....	31
<b>Tabla 2.</b> <i>Extracción o exigencia de algunos nutrimentos por el arroz</i> .....	34
<b>Tabla 3.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 1</i> .....	45
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 2</i> .....	46
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 3</i> .....	47
<b>Tabla 6.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 4</i> .....	47
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 5</i> .....	48
<b>Tabla 8.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 6</i> .....	49
<b>Tabla 9.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 7</i> .....	50
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados de la encuesta pregunta 8</i> .....	51
<b>Tabla 11.</b> <i>Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos</i> .....	52

### Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Cómo tomar la muestra de suelos</i> .....	40
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama muestreo de suelos</i> .....	41
<b>Figura 3.</b> <i>Pregunta No 1. Elija cuál es su rango de edad</i> .....	44
<b>Figura 4.</b> <i>Pregunta No 2. Selecciona cuál es su nivel de estudios</i> .....	45
<b>Figura 5.</b> <i>Pregunta No 3. Usted cultiva o asiste cultivos de arroz o maíz</i> .....	46
<b>Figura 6.</b> <i>Pregunta No 4. Usted realiza análisis de suelos frecuentes para establecer los planes de fertilización de su cultivo</i> .....	47
<b>Figura 7.</b> <i>Pregunta No 5. Usted Posee o utiliza un teléfono móvil inteligente</i> .....	48
<b>Figura 8.</b> <i>Pregunta No 6. Sabe usted que es una aplicación móvil</i> .....	49
<b>Figura 9.</b> <i>Pregunta No 7. Usted utilizará una aplicación móvil que le permitiera realizar sus planes de fertilización basados en un análisis de suelos</i> .....	50
<b>Figura 10.</b> <i>Pregunta No 8. Cuáles serían las principales características que buscaría en una aplicación móvil que le permitiera realizar planes de fertilización de sus cultivos</i> .....	51
<b>Figura 11.</b> <i>Imagen resultado análisis de suelos</i> .....	53
<b>Figura 12.</b> <i>Imagen tabla de introducción de datos de la muestra de suelos</i> .....	54
<b>Figura 13.</b> <i>Tabla de calificación</i> .....	55
<b>Figura 14.</b> <i>Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos</i> .....	56
<b>Figura 15.</b> <i>Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos</i> .....	57
<b>Figura 16.</b> <i>Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos</i> .....	58
<b>Figura 17.</b> <i>Requerimientos en el cultivo del arroz</i> .....	59

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A.</b> <i>Cronograma de Actividades</i> .....	65
<b>Apéndice B.</b> <i>Estimación de costos para la realización de este proyecto</i> .....	66
<b>Apéndice C.</b> <i>Resumen Analítico Especializado – RAE</i> .....	67

## Introducción

En este trabajo se investigará y se desarrollará una fórmula para crear una aplicación web y móvil - SOIL APP, que consiste en una herramienta tecnológica para el cultivo de arroz, en la que se puedan ingresar los resultados de un análisis de suelo y teniendo en cuenta los requerimientos propios de cada cultivo, el agricultor o agrónomo puedan obtener información más clara y eficiente sobre las dosis de fertilizantes que se deben emplear. Funcionaria como un traductor entre el lenguaje científico que arroja el análisis de suelo y el lenguaje práctico sobre dosis de fertilizantes empleados por el profesional agrónomo o el agricultor para su cultivo. Mediante esta herramienta el agrónomo o el agricultor pueden calcular las dosis adecuadas de fertilizantes, las mezclas necesarias y el tiempo adecuado de aplicación partiendo, como se dijo, de un análisis de suelo, la demanda del cultivo y las recomendaciones dadas por la literatura científica para el cultivo de arroz. Los datos ingresados facilitan ajustar las aplicaciones a lo que realmente necesita el cultivo lo que implicaría una reducción de costos para el agricultor y un acercamiento de la tecnología que permita mayor precisión en el uso de los recursos de la naturaleza y las herramientas de apoyo al cultivo. También se podría evidenciar al mismo tiempo lo que se lleva aplicado en el cultivo como forma de organización para el agricultor y agrónomo. La importancia de desarrollar la aplicación web y móvil - SOIL APP se origina de los requerimientos de los cultivadores para utilizar una herramienta tecnológica que le permita reducir costos de producción y obtener mejor productividad de su cultivo, mediante una herramienta que podría hacer más eficiente el uso de fertilizantes.

El programa en el que se realizaría la app podría ser ibuld, sin embargo, en esta tesis se desarrolla una prueba mediante Excel. Es un desarrollador de aplicaciones móviles adaptado a sus necesidades de trabajo. Este desarrollador en la que se va crear la app es sencilla y fácil de

manejar, esto con el fin de que la aplicación no presente problemas con los algoritmos o los datos enrutados que pueda tener a la hora de arrojar respuestas puntuales a datos ingresados.

## **Objetivos**

### **Objetivo general.**

Desarrollar la construcción de un modelo en Excel de un prototipo de Soil APP que permita establecer planes de fertilización para el cultivo del arroz basados en análisis de suelos.

### **Objetivos Específicos.**

Reunir la información necesaria para desarrollar un modelo informático que nos permitan correlacionar los resultados de análisis de suelos con los planes de fertilización de un cultivo de arroz a través del diseño de una aplicación SOIL APP.

Indagar mediante encuestas sobre el uso y la necesidad de herramientas tecnológicas que faciliten y acerquen la agricultura de precisión al cultivo de arroz en el área de fertilización.

Brindar las herramientas y la información necesarias para que con el apoyo de un desarrollador web y de aplicaciones crear Soil APP que sea compatible con los diferentes sistemas operativos que existen en la actualidad.

## **Planteamiento del problema**

### **Antecedentes**

Puede decirse que una cantidad importante de agricultores en el país no realizan análisis de suelo previo a la siembra, desconociendo la cantidad de fertilizante que se requiere para su cultivo de manera precisa. La falta de conocimientos por parte del agricultor sobre algunos aspectos del cultivo y la ausencia de la aplicación de la investigación científica, así como de los nuevos conocimientos de la práctica agrícola pueden generar pérdidas evitables para los agricultores. Puede decirse también que los análisis de suelo suelen ser complejos de interpretar para algunos agricultores. Sin embargo mediante el empleo de herramientas tecnológicas que acerquen el conocimiento científico al agricultor es posible generar un mayor entendimiento sobre los reales requerimientos de un determinado cultivo, en ese sentido se brinda eficiencia en la aplicación de los fertilizantes que demanda el cultivo y por ende una reducción en los costos de las aplicaciones o por lo menos un mayor rendimiento de la producción que se traduce en mayores ganancias del agricultor, sin tener en cuenta otras variables.

Se puede decir que son comunes los errores en los cultivos, como la aplicación de elementos que ya el suelo tiene pero que, por falta de conocimientos, el agricultor vuelve a aplicarlos. Muchas veces aplican algunos elementos en los fertilizantes que aún no requiere el cultivo o que ya no los necesita. Todo esto influye en el cultivo generando deficiencias y aumento en el presupuesto de este.

Se puede afirmar una creencia por parte de algunos agricultores de que el uso de la tecnología y los avances de la misma no estaba enfocado para ellos, sino que por el contrario creían que esto tenía un campo de aplicación en solo cosas relacionadas con informática o que el poseer un computador o celular era algo inalcanzable para ellos, razón por la cual seguían

llevando sus cuentas y control de sus cosechas de manera antigua con libros de actas o registros similares. Con la globalización, masificación y fácil accesibilidad a los computadores personales y teléfonos inteligentes día a día se hace más común su uso en todos los campos, lo cual se ve reflejado en el mejoramiento de los procesos, de ahí que se requiere sistematizar toda la información con la que los agricultores cuenten y llevarlos de una manera más eficiente, lo cual más adelante se verá reflejado en beneficios y controles en sus producciones.

### **Contexto donde se presenta el conflicto**

Tomamos como región para el desarrollo de este proyecto la zona sur del departamento del Tolima y la meseta de Ibagué, la cual presente una alta actividad y producción agrícola especialmente en el cultivo del arroz. pero en algunas ocasiones con deficiencias en los sistemas de producción en la misma debido a la falta de implementación de tecnologías. Por este motivo, consideramos de vital importancia las herramientas que se desarrolla en este proyecto, la cual le permitirá a futuro y con el apoyo de un desarrollador web realizar planes de fertilización acordes a los requerimientos de sus cultivos.

El cultivo que se quiere abarcar es el cultivo del arroz presente en el sur del departamento del Tolima y en la meseta de Ibagué y que es de gran importancia económica para esta región.

### **Conflicto (no conformidad) que da lugar al desarrollo del proyecto**

Podemos observar que el área en la cual estamos desarrollando SOIL APP (Sur del Tolima), es una zona donde predominan los cultivos de ciclo o semestrales y dentro de los más representativos tenemos el arroz.

### **Descripción del problema**

La falta de conocimientos por parte del agricultor sobre algunos aspectos del cultivo y la ausencia de la aplicación de la investigación científica, así como de los nuevos conocimientos de

la práctica agrícola pueden generar pérdidas evitables para los agricultores. Mediante el empleo de herramientas tecnológicas que acerquen el conocimiento científico al agricultor es posible generar un mayor entendimiento sobre los reales requerimientos de un determinado cultivo, en ese sentido eficiencia en la aplicación de los fertilizantes que demanda el cultivo y por ende una reducción en los costos de las aplicaciones o por lo menos un mayor rendimiento de la producción que se traduce en mayores ganancias del agricultor, sin tener en cuenta otras variables.

Se puede decir que son comunes los errores en los cultivos, como la aplicación de elementos que ya el suelo tiene pero que, por falta de conocimientos, el agricultor vuelve a aplicarlos. Muchas veces aplican algunos elementos en los fertilizantes que aún no requiere el cultivo o que ya no los necesita. Todo esto influye en el cultivo generando deficiencias y aumento en el presupuesto del cultivo.

Siempre se ha creído por parte de los agricultores que el uso de la tecnología y los avances de la misma no estaba enfocado para ellos, sino que por el contrario creían que esto tenía un campo de aplicación en solo cosas relacionadas con informática o que el poseer un computador o celular era algo inalcanzable para ellos, razón por la cual seguían llevando sus cuentas y control de sus cosechas de manera antigua con libros de actas o registros similares.

### ***Problema central***

Con la globalización, masificación y fácil accesibilidad a los computadores personales y teléfonos inteligentes día a día se hace más común su uso en todos los campos, lo cual se ve reflejado en el mejoramiento de los procesos, de ahí que se requiere sistematizar toda la información con la que los agricultores cuenten y llevarlos de una manera más eficiente, lo cual más adelante se verá reflejado en beneficios y controles en sus producciones.

La idea principal de la elaboración de esta APP, es permitir de manera fácil que todos los productores de puedan acceder a ella, sistematizando y optimizando sus cultivos, permitiéndoles así el poder tomar decisiones de manera oportuna en cuanto los requerimientos de fertilizantes que requieren aplicar, lo que a su vez se verá reflejado en mejores ganancias al poder aumentar su producción a menores costos y reducir los impactos ambientales negativos al utilizar menos productos que los suelos o los cultivos no requieren.

### **Modalidades de Solución al Problema**

Podemos encontrar que en el mercado se encuentran algunas aplicaciones para establecer los planes de fertilización de los cultivos, tales como:

#### *Smart Fertilizer Managing*

Software para fertilización: se utiliza fundamentalmente para el manejo de los fertilizantes y la gestión de la fertirrigación.

#### *Atfarm*

Es una solución digital desarrollada por Yara. Les permite a todos los productores monitorear el nivel de biomasa, fertilizar variablemente usando información satelital y optimizar la cantidad de nitrógeno aplicada.

Por lo general los agricultores no emplean estas herramientas y se basan en el Manejo de fertilizantes basado en los requerimientos del cultivo.

Se calcula de acuerdo con los requerimientos del cultivo del arroz en específico algunas veces de acuerdo a la literatura científica, otras de acuerdo a las practicas, pero sin correlacionar un análisis de suelo.

Estas aplicaciones como las de Yara se encuentran limitadas a algunos cultivos como el trigo, cultivado principalmente en los Estados Unidos, y que pueden adaptarse a cultivos como el

arroz y el maíz, pero no han sido desarrolladas específicamente para cultivos de la región.

Aunque inicialmente podía usarse gratuitamente, el uso y aprendizaje de estas aplicaciones se encuentran ligadas al vínculo comercial del agricultor o agrónomo con la casa comercial. Ahora bien, esta tecnología no se encuentra relacionada directamente a un análisis del suelo sino a la respuesta de las plantas una vez ya se ha iniciado el cultivo por lo que no se podría sugerir una fertilización en estado iniciales del cultivo.

### **Formulación del problema por medio de preguntas sistematizadoras**

¿La aplicación de Soil APP, mejorará la toma de decisiones en el momento oportuno?

Si, ya que gracias a ella se podrán establecer los planes de fertilización acordes a las necesidades de los cultivos y condiciones de fertilidad de los suelos.

¿Es posible que con SOIL App se logre optimizar y mejorar las ganancias obtenidas por parte de los agricultores?

Si es posible que con la utilización de la APP se pueda mejorar la producción de las cosechas y obtener mejores rendimientos en los cultivos debido a que nos guiará para utilizar los recursos necesarios y fertilizar con las dosis requeridas por el suelo y el cultivo para obtener una buena producción.

¿La utilización de la APP ayudará a reducir los impactos ambientales?

Si porque gracias a que solo vamos a estar adicionando al suelo los fertilizantes que requiere para una óptima cosecha, evitamos una mayor utilización de los mismos, lo cual se ve reflejado en menos desechos de empaques y contaminación de fuentes hídricas por sobrantes de los fertilizantes.

### **Justificación**

La idea de desarrollar la aplicación web y móvil - SOIL APP se genera a partir de la necesidad de mejorar día a día las condiciones de nuestros agricultores del departamento del Tolima pero que se podrá utilizar a nivel nacional, proporcionándoles herramientas tecnológicas con las que puedan obtener mejores rendimientos de sus cultivos, en este caso de arroz, reduciendo costos de producción al utilizar solo los fertilizantes requeridos por el suelo y el cultivo, los cuales se basan en planes de fertilización establecidos mediante análisis de suelos donde se encuentran los cultivos y que Soil-APP generará a partir de ellos.

El desarrollo de esta APP se realiza como opción de grado del programa de Agronomía de la escuela ECAPMA y cuyo principal objetivo es brindar las herramientas necesarias para desarrollar un recurso tecnológico de fácil uso, que le permita a los cultivadores de arroz, de la región y del país, optimizar sus producciones y llevar un control de los planes de fertilización de las mismas y que esta información la pueda tener siempre a la mano desde su celular o computador y que esta sea una herramienta importante a la hora de la toma de decisiones sobre sus cultivos.

## Marco Teórico

Durante la historia de la humanidad se han acumulado conocimientos acerca de los diferentes procesos, métodos y herramientas aplicables a la agricultura, pero ese conocimiento inicialmente se dio de manera empírica. Tiempo después la aplicación del pensamiento científico apareció en la agricultura. De acuerdo con Turrent y Cortés (2005) fueron químicos los científicos, con la llegada del siglo XIX, que más aportaron inicialmente a su desarrollo. Entre otros, Jean Baptist Boussingault estableció las bases del método de experimentación de campo; Justus von Liebig formuló su Ley del Mínimo en la respuesta de los cultivos; Lawes patentó el primer proceso de obtención del fertilizante superfosfato simple; Thomas Way demostró, en 1852, la propiedad de intercambio de cationes del suelo. Microbiólogos del último cuarto del siglo demostraron la acción bacteriana en la oxidación del nitrógeno amoniacal del suelo, mientras que Hellriegel y Wilfarth concluyeron que tendría que haber organismos bacterianos en los nódulos radicales de las leguminosas y que esos organismos tenían la capacidad de asimilar el nitrógeno atmosférico y convertirlo a formas aprovechables por las plantas. Fisher contribuyó de manera sustantiva al desarrollo de la estadística como apoyo al método de campo. Mitscherlich, en 1909, y Jenny, en 1941, formularon expresiones de la ley del rendimiento de los cultivos. El segundo autor enunció en su ley que el rendimiento de un cultivo es una función del suelo, del clima, de la planta, del manejo y de la biota. Mientras que en el último tercio del siglo sobreviene un desarrollo espectacular en la capacidad tecnológica de la computación, así como la notable reducción del costo para sus usuarios (Turrent & Cortés, 2005).

La evolución del pensamiento científico y el uso de la tecnología han sido fundamentales para el desarrollo de la agricultura sin embargo la aplicación de este conocimiento no ha sido a la par en todas las regiones del mundo.

La aplicación de todo este conocimiento dependía de las condiciones de cada región o lugar donde se aplicó este conocimiento científico. Por ejemplo, la dosis óptima de fertilizante para un cultivo y su rendimiento dependían de las manifestaciones de factores incontrolables para el productor, como el suelo, el clima y la biota, además de su manejo agronómico (variedad, fecha de siembra, densidad de población, protección, etc. (Turrent & Cortés, 2005).

Ahora bien, la transmisión de ese conocimiento se ha visto facilitado por la aparición de la tecnología. Las nuevas tecnologías han permeado los diferentes sectores de la humanidad, desde lo laboral hasta lo social. Es así como la agricultura también ha sido beneficiada por la tecnología y se ha favorecido de los diferentes recursos que la tecnología brinda desde el uso del computador que facilitan diferentes procesos como almacenamientos en bases de datos, el uso del internet, el uso de imágenes y recientemente el uso de las aplicaciones o app.

La llegada de Internet a todos los ámbitos de la sociedad ha provocado numerosas transformaciones, unas evidentes y otras sutiles; unas deseadas y otras no, y que afectan a las bases socio-económicas, organizativas y conceptuales. Desde la década de los noventa, Internet se convirtió en una herramienta fundamental de comunicación, información e integración, que permite a los usuarios ahorrar tiempo y dinero, además de tener a su alcance todos los productos y servicios que requieran sin fronteras de espacio o tiempo (Pérez et al., 2006).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC ha permitido un mejor acceso a la información, transmitir esa información y darle uso en el sector agrícola logrando un cambio en quienes hacen uso de ella, mejorando eficacia en las actividades en donde se emplea.

De acuerdo con Pérez et al. (2006), la ciencia agronómica y la agricultura se han beneficiado por los enormes avances de la inclusión de los recursos informáticos en los diferentes procesos y aplicaciones directas de sus principios. Aparentemente, las TIC son demasiado sofisticadas para ser aplicadas en labores que tienen que ver más con la tierra, el clima, el trabajo físico o la naturaleza. Sin embargo, el trabajo agrícola mayormente se lleva a cabo individual o colectivamente a menor escala en comunidades alejadas unas de otras y de las ciudades, lo cual las mantiene en constante carencia de información y de vías de comunicación que facilite sus labores, mejore sus procesos o capacidades de operación y negociación con el resto del país o el exterior. Las TIC en los países más pobres están impulsando el cambio del conocimiento agrícola y de los sistemas de información, esto obedece al hecho de dar un giro al modo de trabajar y hacer más eficiente las labores o servicios, ya sea usando nuevos equipos o aplicaciones o Apps.

Entre las tareas propias de la agricultura que pueden ser objetos de aplicaciones de informática están, por ejemplo: consejos técnicos de cultivo: emplear software para la resolución de interrogantes concretas sobre la práctica de cultivos: preparación de suelos, sistema de riego, determinación de ataques de plagas y enfermedades. Contabilidad, precios de mercado, cálculo de inversiones, inventario y movimiento, cálculo de insumos agrícolas, etc. Información y administración fiscal. Planificación y manejo de cultivos: selección de áreas de cultivos, proyección de fechas de siembra. Cálculo de dosis de plaguicidas: calcular dosis por unidad de área, recomendaciones para su aplicación. Meteorología local: Llevar registros diarios, mensuales, anuales de lluvias, precipitaciones, humedad relativa, radiación y otras medidas meteorológicas de suma importancia en la producción agrícola. En suelos, la aplicación de la informática es cada vez más intensa, por lo que su utilización debe ser considerada herramienta

indispensable en las acciones de una unidad operativa en ciencia del suelo. Hasta hace poco tiempo, cuando se analizaba el suelo de una parcela, se tomaba una «muestra representativa» mientras se caminaba sobre ella. Pero esto no reflejaba lo que sucedía realmente en el terreno, ni siquiera en parcelas muy homogéneas. La Agricultura de Precisión (AP) abarca un conjunto de tecnologías, que permiten dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado en los aspectos económico, productivo y ambiental. Por medio de los adelantos tecnológicos, hoy somos capaces de aplicar al terreno este tratamiento diferencial, pudiendo conocer la variabilidad de parámetros del suelo como pH, materia orgánica, fósforo y potasio, junto con la posición exacta de las maquinarias durante su recorrido por el campo. En su sentido más amplio, la AP podría definirse como el uso de las llamadas TIC para la toma de decisiones de manejo técnica, económica y ambientalmente adecuadas. Con el empleo de la Agricultura de Precisión, se aportan instrucciones que se adaptan a cada zona del terreno estudiado, lo que contribuye a lograr un menor impacto ambiental, en lo que, a la aplicación de pesticidas, abonos y otras sustancias nocivas se refiere (Pérez, Milla y Mesa, 2006).

Ahora bien, ya se ha adoptado un término relacionado con el uso de las herramientas informáticas en el ámbito agrícola, este es el de la agromática. La Agromática es el término que se refiere a la disciplina que hace uso de las herramientas informáticas, para optimizar los beneficios de la explotación del sector agropecuario, proporcionando nuevas herramientas de apoyo, para áreas tan diversas como, por ejemplo: la docencia, la investigación, la extensión, la producción y el proceso de toma de decisiones. No es más que la aplicación de los principios y técnicas de la informática a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los agrosistemas, con el objetivo de servir como apoyo operativo en el diagnóstico de los problemas y en el diseño y la evaluación de alternativas de solución. La Agromática pretende poner a disposición del

profesional agropecuario una serie de instrumentos que la informática moderna le ofrece, para mejorar y facilitar los servicios que brindan su especialización (Pérez, et al., 2006).

Respecto al uso de fertilizantes, debe tenerse en cuenta que con el incremento en la demanda de alimentos y en los precios de los fertilizantes, así como el impacto ambiental generado por el uso inadecuado de fertilizantes, se hace necesario buscar estrategias para incrementar el rendimiento de los cultivos y a su vez hacer un uso eficiente de los fertilizantes para lo cual, el uso de la tecnología puede ser un gran aliado.

Es consenso general que mejorar la eficiencia de los fertilizantes es una labor valiosa que potencialmente puede entregar abundantes beneficios. Entre las prácticas adecuadas de manejo (PAM) de la nutrición de los cultivos se encuentra la de aplicar nutrientes en dosis, época y localización correctas. Estas prácticas son críticas para lograr óptima eficiencia de uso de los nutrientes. El análisis de suelo sigue siendo una de las mejores herramientas para determinar la capacidad del suelo para suplementar nutrientes. A medida que la tecnología y los sistemas de cultivo cambian y mejoran es importante que las recomendaciones basadas en análisis de suelo sean periódicamente evaluadas (Stewart, s.f).

La eficiencia de uso de los nutrientes es un factor de importancia a nivel productivo, económico y ambiental. Se debe tener en cuenta que incrementando la eficiencia de uso de los nutrientes y, consecuentemente, la eficiencia global del sistema, se genera una mayor potencialidad en beneficios económicos y sustentables en el largo plazo de producción. Las “Mejores Prácticas de Manejo” (“MPM”) en los cultivos involucran una correcta nutrición, que consecuentemente conlleva a la aplicación correcta de fertilizantes: dosis correcta, fuente correcta, en el momento correcto y en la ubicación correcta. Estas decisiones son críticas para alcanzar el óptimo manejo en la eficiencia de uso de los nutrientes en el sistema de

producción. Aplicaciones excesivas o en deficiencia pueden resultar en una eficiencia de uso de los nutrientes subóptima y/o en pérdidas de rendimiento o calidad del cultivo. Los análisis de suelo son la mejor herramienta disponible para determinar la capacidad del suelo de proveer nutrientes, pero para realizar recomendaciones apropiadas es muy importante una calibración con un gran set de datos y una actualización periódica.

Numerosos estudios han demostrado la importancia de una nutrición balanceada de los suelos. (Ciampitti & Garcia, 2008).

Teniendo en cuenta las anteriores apreciaciones para buscar un aumento en el rendimiento y reducción de costos a través de un adecuado o eficiente uso de fertilizantes se hace necesario plantear un modelo de negocio en donde se pueda aprovechar las nuevas tecnologías como herramientas que permiten controlar la información y hacerla más eficiente. Para buscar un aumento del rendimiento y una reducción de los costos operativos, se hace necesario alguna nueva herramienta de administración. Así, a través de un software de gestión, podemos organizar y realizar las distintas tareas que requieren las explotaciones agrícolas (Cobo, 2019).

De acuerdo con Zhanga y Wang (2015) el suministro de información agrícola juega un papel decisivo para el desarrollo general de la agricultura, así como para mejorar los medios de vida de los agricultores. La información y el conocimiento son vitales en el desarrollo agrícola de cualquier comunidad y donde estén mal difundidos como resultado de ciertas limitaciones, la agricultura de la comunidad y el desarrollo se ve obstaculizado.

Xin (2015) menciona que hoy en día, la tecnología móvil es un elemento esencial de todos los aspectos del éxito digital también en el sector agrícola. Más personas acceden a Internet a través de dispositivos móviles que a través de conexiones por cable. Los usuarios de

dispositivos móviles siempre están conectados, aprovechando activamente la información, el conocimiento y las actividades sociales. El rápido crecimiento del uso de dispositivos móviles en el mundo creó muchas oportunidades que aprovechan la ubicuidad de las redes móviles.

Claramente, la revolución móvil continuará, y las organizaciones no solo crean una estrategia móvil, sino que dedican más recursos para ofrecer servicios móviles innovadores y las próximas aplicaciones (apps) imprescindibles para el sector agrícola. Existen muchos desafíos y consideraciones de diseño en el desarrollo de aplicaciones móviles que pueden ser ampliamente aceptadas por los usuarios en las comunidades agrícolas.

## **Análisis de Suelos**

### ***Importancia de un análisis de suelos***

La fertilización constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su potencial genético, al poner a disposición de los cultivos las cantidades adecuadas de aquellos elementos esenciales, de tal forma que las plantas puedan realizar sus funciones fisiológicas importantes en la toma, transformación, y producción de alimentos (Gómez, 2003).

En Colombia basamos todavía gran parte de la fertilización de nuestros cultivos en los conocimientos ancestrales, los cuales se van transmitiendo de generación en generación, no obstante a medida que se van desgastando nuestros suelos, los altos costos de los insumos agrícolas, la necesidad del mejoramiento de nuestras producciones y los requerimientos más exigentes de los mercados, se hace necesario utilizar medidas que nos garanticen que vamos a obtener mejores cosechas utilizando lo justo para su producción. Basados en esta necesidad los análisis fisicoquímicos de suelos toman gran importancia ya que son una herramienta que está a la mano de la mayoría de los agricultores, es de fácil interpretación y la información que nos

brinda nos permite ajustar nuestros planes de fertilización de nuestros cultivos y de paso nos ayuda a minimizar el impacto ambiental negativo generado por residuos de productos de agroquímicos.

Por lo general la información de los análisis de suelos no varía en cuanto a las determinaciones que se realizan y las unidades de concentraciones con las que se expresan los resultados, lo cual le permite a los asistentes técnico y agricultores entender con mayor facilidad dichos resultados y poder ajustar los planes de fertilización acorde a ellos, ya que las tablas de requerimientos nutricionales de los cultivos están con las mismas unidades de concentraciones y los mismos elementos mayores y menores.

Por lo general estos son los parámetros que se analizan en una muestra de suelos y es entregada a los usuarios del servicio.

**Tabla 1***Parámetros que se miden en un análisis de suelos.*

Parámetro	Función
pH	<p>Es una propiedad química que nos indica que tan acida o alcalina es la solución del suelo, y que es donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes.</p> <p>También el pH en el suelo puede fijar algunos elementos y no dejarlos disponibles para que lo puedan absorber las raíces de las plantas</p>
Materia Orgánica	<p>Incide directamente en la fertilidad del suelo ya que permite el crecimiento y desarrollo de cualquier vegetal.</p>
Capacidad de Intercambio catiónico	<p>Se refiere a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo</p>
Fósforo	<p>Es un Macronutriente, por lo general con deficiencia en los suelos de producción agrícola, y es de suma importancia para el crecimiento de las plantas y en la fotosíntesis</p>
Calcio	<p>Es un Macronutriente, ayuda a la estructura del suelo y ayuda a que otros cationes estén disponibles para la absorción de la planta.</p>

---

Magnesio	Es un macronutriente, al igual que el calcio está presente en la estructura del suelo y en la parte de fertilidad ayuda a la absorción y transporte de fósforo, interviene en los procesos de fosforilación, fijación fotosintética del dióxido de carbono y formación de clorofila
Potasio	Es un macronutriente, ayuda a la apertura de estomas, ayuda a incrementar el tamaño y la calidad de flores y frutos.
Hierro	Es un micronutriente que se encuentra en las sulfo-ferro proteínas que intervienen en la fotosíntesis, ayuda a la fijación de nitrógeno, participa en la respiración celular.
Cobre	El cobre es un micronutriente, ayuda en la formación de lignina en las plantas entre otras funciones
Zinc	Es un micronutriente, participa en la síntesis de los carbohidratos durante la fotosíntesis, ayuda a la regulación de las auxinas
Manganeso	Es un micronutriente, encargado de ayudar en la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. Resistencia a patógenos en la raíz, interviene en la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico.

---

---

Boro	Es un micronutriente, participa en la división y el crecimiento celular, en la polinización y cuajado de los frutos.
Azufre	Es un macronutriente, realiza la detoxificación del suelo, evita la deshidratación de las células por calor o sequía, así como también el daño por frío.

---

*Fuente:* Autores

### **Fertilización en el cultivo de arroz**

De acuerdo con Frye (1973) en todas la regiones arroceras del mundo se ha comprobado que una fertilización adecuada en un método eficaz para obtener rendimientos aplicables en el cultivo de arroz y para acertar con el tratamiento de fertilizante que arroje buenos rendimientos se hace necesario conocer la capacidad potencial el suelo para suministrar nutrientes así como la capacidad de la planta para absorberlos y utilizarlo, también se debe tener en cuenta la dinámica de los fertilizantes y correctores aplicados al suelo.

Los estudios de invernadero y laboratorio y la revisión de la literatura científica mundial llevaron a Frye (1973) a deducir y promediar las siguientes recomendaciones de fertilización en el arroz:

**Tabla 2***Extracción o exigencia de algunos nutrimentos por el arroz*

<b>Elemento</b>	<b>Gr/ kg de paddy</b>	<b>Kg/Ha/7 t de paddy (Aprx)</b>
N	21,5	150
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,5	60
K <sub>2</sub> O	17,0	120
CaO	5,5	40
MgO	3	20
SO <sub>3</sub>	2	15
MnO	1	7
SiO <sub>2</sub>	200	1.400

*Fuente:* Autores***Dosis de nitrógeno***

De acuerdo con Frye (1973) para determinar la dosis de nitrógeno, debe fijarse primero una dosis adecuada y suficiente de fosforo y potasio.

Cuando la dosis de potasio sea mayor de 50kg/ha normalmente l de nitrógeno etaria comprendida entre 140 y 180 kg/ha

Cuando se aplique menos de 50 kg/ha de fosforo, la dosis adecuada de nitrógeno podrá encontrarse entre 100 y 140 kg/ha.

Los suelos lixiviados, muy ácidos y pobres en bases y otros nutrimentos, con algunas labores correctivas puede ser de 100 a 120kg/ha

***Dosis de Fosforo***

De acuerdo con Frye (1973) cuando el contenido de Fosforo (P) aprovechable sea menos de 15 ppm (Bray II-ICA), la dosis optima de Fosforo debe estar comprendida normalmente entre 50 y 120 kg/ha, si el contenido es mayor, se debe aplicar entre 20 y 40 kg/ha.

Dentro de los rangos establecidos para las cantidades de fosforo a aplicar, se debe seleccionar valores más altos en la media que la disponibilidad del suelo sea menor y cuando se trate de suelos o muy ácidos y lixiviados o muy pobres en materia orgánica.

50 por ciento en el momento de la siembra, o un poco antes, incorporándolo ligeramente al suelo.

50 por ciento a los 25-30 días de germinado el arroz (iniciación del macollamiento).

### ***Dosis de Potasio***

Frye (1973) recomienda que cuando el contenido de potasio (K) intercambiable sea mayor de 0,15 m.e./100gr y la relación entre la suma de las otras bases intercambiables y el potasio no sea mayor de 30-40, aplicar de 20 a 40 kg/ha. Si el contenido de potasio intercambiable es menor de 0,15 m.e./100gr o la relación de la suma de las otras bases y el potasio es mayor de 30-35, se debe aplicar entre 50 y 120 kg/ha de potasio.

### ***Otros nutrimentos***

Silicio. Este elemento se considera de especial importancia para el arroz. La absorción de silicio por el arroz se disminuye en presencia de dosis altas de nitrógeno y/o de potasio y en suelos compactos, mal drenados y aireados.

Calcio y Magnesio. El calcio mejora la estructura de los suelos, da resistencia al arroz contra el volcamiento, limita la reducción de los sulfatos que es toxico par al arroz, promueve el crecimiento de algas fijadoras del nitrógeno atmosférico, acelera la liberación de nitrógeno y fosforo. En varios países consideran necesario encalar los suelos para arroz cuando el pH es menor de 5.5. El arroz es exigente en magnesio aceptando relacion entre calcio y magnesio estrechas.

Azufre. La deficiencia de este elemento es rara y se corrige aplicando fertilizante en forma de sulfatos.

En Colombia basamos todavía gran parte de la fertilización de nuestros cultivos en los conocimientos ancestrales, los cuales se van transmitiendo de generación en generación, no obstante a medida que se van desgastando nuestros suelos, los altos costos de los insumos agrícolas, la necesidad del mejoramiento de nuestras producciones y los requerimientos más exigentes de los mercados, se hace necesario utilizar medidas que nos garanticen que vamos a obtener mejores cosechas utilizando lo justo para su producción. Basados en esta necesidad los análisis fisicoquímicos de suelos toman gran importancia ya que son una herramienta que está a la mano de la mayoría de los agricultores, es de fácil interpretación y la información que nos brinda nos permite ajustar nuestros planes de fertilización de nuestros cultivos y de paso nos ayuda a minimizar el impacto ambiental negativo generado por residuos de productos de agroquímicos.

Por lo general la información de los análisis de suelos no varía en cuanto a las determinaciones que se realizan y las unidades de concentraciones con las que se expresan los resultados, lo cual le permite a los asistentes técnico y agricultores entender con mayor facilidad dichos resultados y poder ajustar los planes de fertilización acorde a ellos, ya que las tablas de requerimientos nutricionales de los cultivos están con las mismas unidades de concentraciones y los mismos elementos mayores y menores.

### **Toma de muestras**

Es importante conocer cómo se realiza una toma de muestras ya que un estudio de suelo que será el insumo principal para alimentar la aplicación web y móvil, requiere para su éxito de

una buena toma de muestra. La siguiente información es entregada a los usuarios en Laboratorio LASEREX (s/f), para una correcta toma de muestras.

*¿Importancia de realizar un buen muestreo de suelos?*

Sabemos que gran parte de la efectividad del resultado de un análisis de suelos depende del muestreo ya que, si no tomamos la muestra de manera adecuada, no estaremos obteniendo los datos reales de nuestros suelos y esto imposibilita que tengamos unos resultados óptimos en nuestros planes de fertilización.

A continuación, vamos a contarles de recomendaciones de muestreo que están básicamente orientadas hacia el manejo de suelos agrícolas.

*¿Cuál es el uso que le vamos a dar a la muestra de suelos?*

En este caso vamos a realizar un muestreo que nos permita evaluar las características del suelo, por esta razón debemos garantizar que la muestra tomada sea representativa de todo el terreno de interés y así poder definir el manejo agronómico de fertilidad más adecuado para el mismo.

*¿Cómo está compuesta una muestra de suelos?*

Una muestra de suelos está compuesta de varias submuestras, las cuales son tomadas del terreno de suelos de interés y la cantidad de submuestras y donde se deben tomar está definida por ciertas características del terreno.

*¿Siempre debo tomar submuestras para hacer una muestra de suelos?*

Si siempre se deben tomar submuestras para hacer después una sola muestra ya que de no hacerlo el resultado del análisis nos dará información únicamente para este lugar y no dice nada acerca del área total del lote.

Se recomienda que para lotes cuyo tamaño sea de 5 hectáreas o menos como mínimo se deben tomar 10 submuestras; y cuando el terreno sea superior a 5 hectáreas se debe tomar entre 15 a 20 submuestras.

Es importante que cuando el terreno que vamos a muestrear presente cambios en apariencia o en producción o variación de los tipos de suelo, de su conformación, de la cantidad de erosión, de la clase de drenaje, del tratamiento agrícola de los últimos años, se debe tomar muestras aparte de estos predios solamente.

Debemos tener en cuenta que entre más submuestras tomemos mejor representado quedará nuestro lote.

*¿Qué es una unidad de muestreo de suelos?*

Es un predio o lote de producción uniforme, también en el manejo de producción a que se ha sometido durante los últimos años. Lo ideal es que estas unidades de muestreo no sobrepasen las 5 5 hectáreas.

Cuando ya tenemos identificado cual es el lote o terreno para muestrear procedemos a tomar las submuestras. Debemos recordar que el muestreo lo hacemos tomando las muestras en zigzag, teniendo en cuenta que en cada vértice se cambia de dirección de recorrido.

Es importante recordar que debemos evitar aquellas áreas que son pequeñas y que difieren mucho del resto del área de muestreo, pero que por su tamaño no son significativas en la respuesta de los análisis de suelos.

*¿Dónde se deben y no se deben tomar las submuestras?*

Si queremos tomar muestras cuando los lotes aún estén en cosecha cultivados en surcos. las submuestras las debemos tomar entre los surcos o entre caballones; no debemos tomar submuestras en las bandas de fertilización.

No debemos tomar submuestras en carreteras, linderos, caminos, donde se almacenen o descarguen productos agrícolas, donde se haya encalado recientemente, donde se almacenen o procesen productos orgánicos, junto a las cercas, cerca de los árboles, en paches pantanosos, en límites de cambio de lotes planos a pendientes, o cualquier área de uso poco común no representativa.

Tomar submuestras al azar es asumir que los valores de una propiedad del suelo tienen una distribución “normal”. Es decir, que la variación de la propiedad (p.e., textura, pH, P disponible, plasticidad, etc.) en el terreno es al azar y dicha variación no tiene una tendencia espacial (horizontal). Esto no es completamente cierto en todos los casos ya que algunas propiedades pueden variar en el terreno siguiendo, por ejemplo, cambios en la pendiente (materia orgánica) o en función de la distancia de un río (textura) (LASEREX, s/f).

*¿Qué debo tener en cuenta para la toma de las submuestras de suelos?*

Debo remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm. Introducir el barreno o pala a la profundidad deseada. Transferir aproximadamente 100- 200 g suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra.

En caso de usar pala o palín en lugar de barreno debo hacer: Un hueco en forma de “V” y luego tomar de una de las paredes una porción de 10x10x3 cm. Transfiere al balde la faja central, teniendo cuidado de eliminar los bordes. Es necesario asegurarse de que las herramientas estén completamente limpias, libres de superficies oxidadas y que no contengan residuos de otros materiales.

*Otras recomendaciones importantes a tener en cuenta*

Durante el muestreo evite fumar, comer, o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra. Lávese bien las manos antes de hacer el muestreo. No utilice bolsas o costales donde se hayan empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas. No tome muestras de un solo sitio del terreno.

*¿Cuál es la profundidad ideal para la toma de la submuestra?*

Por lo general es variable, pero en general lo más recomendado es una profundidad de 20 cm para la gran mayoría de cultivos agrícolas. Esto porque es donde podemos encontrar la concentración de raíces en el suelo. En pastos la profundidad es un poco menor, 10-15 cm parecen ser suficientes.

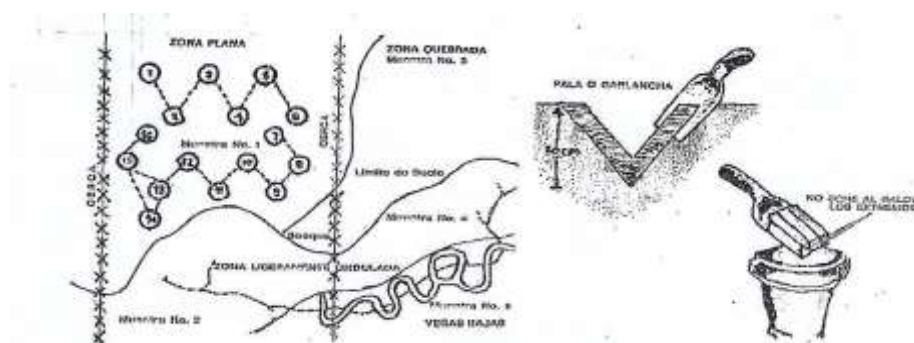
En las especies frutales, plantaciones forestales y agrícolas (café, cacao, aguacate, etc.) lo ideal es tomar dos tipos de submuestras, una de 0-20 cm y otra de 20-40 cm en la mitad de la gotera del árbol.

*¿Cuánto me puedo demorar para llevar la muestra empacada al laboratorio?*

Debemos enviar nuestra muestra al laboratorio en el menor tiempo posible (esto quiere decir 1 o 2 días), siempre resguardando en un sitio fresco donde no le dé el sol directo y que no se nos vaya a contaminar.

## Figura 1

*Cómo tomar la muestra de suelos*



*Fuente: Protocolo de muestreo de suelos Laboratorio LASEREX (s/f)*

**Figura 2**

*Diagrama muestreo de suelos*



*Fuente:* Protocolo de muestreo de suelos Laboratorio LASEREX (s/f)

## **Metodología**

### **Metodología de desarrollo**

Para el desarrollo de este proyecto la metodología planteada ha sido de tipo investigativo, descriptivo y cuantitativo y está dividido en cuatro fases:

#### ***1er Fase***

Recolección de información por medio de entrevistas, encuestas e información que posean acerca de los lotes de cultivos.

#### ***2da Fase***

Tabulación de la información: transcripción de notas y archivos recolectados.

#### ***3er Fase***

Análisis de la información: consolidación de datos y requerimientos de los cultivos de arroz y establecimiento de los requerimientos de los futuros usuarios de la APP.

#### ***4ta Fase***

Se procederá al análisis sobre como seria el desarrollo de SOIL APP, a través de la aplicación Excel para la cual utilizaremos como insumos toda la información obtenida , registrada y tabulada en las fases anteriores, las cuales nos permitirán desarrollar una APP acorde a los requerimientos de los posibles usuarios de la misma y propendiendo a mejorar la productividad de sus cultivos, basándose en la aplicación de la tecnología que nos proporcionará SOIL APP, la cual nos ayudará a diseñar los planes de fertilización basados en análisis químicos de suelos y desarrollo del cultivo para así tomar las decisiones más acertadas que le permitan incorporar al suelo los nutrientes que necesita en realidad para el óptimo desarrollo del cultivo, reduciendo así los costos de producción por uso de los insumos que no sean necesarios y el impacto ambiental por el uso de los mismos.

Para la implementación de SOIL APP, sugerimos emplear el software denominado IBULD; y cuya elección está basada en sus avanzadas características la cual hace que sea de calidad superior y de fácil manejo para nuestros usuarios.

Nuestro principal interés en el desarrollo de esta APP es diseñar una aplicación la cual sea de fácil acceso y manejo, para que se encuentre al alcance de todos, por este motivo elegimos una plataforma que sea compatible con todos los sistemas operativos de los computadores y los sistemas operativos de los celulares, utilizando plataformas y accesos gratuitos para que esto les permite acceder a ella a todos los posibles usuarios de SOIL APP.

## Resultados y Análisis

### 1er Fase

Recolección de información por medio de entrevistas, encuestas e información que posean acerca de los lotes de cultivos.

Se realizó encuesta aplicada a 80 personas, la mayoría agrónomos u agricultores y fueron contestadas todas las preguntas en su totalidad por las personas encuestadas, obteniendo los siguientes resultados.

### 2da Fase

Tabulación de la información: transcripción de notas y archivos recolectados

### Figura 3

*Pregunta No 1. Elija cuál es su rango de edad.*



*Fuente: Autores*

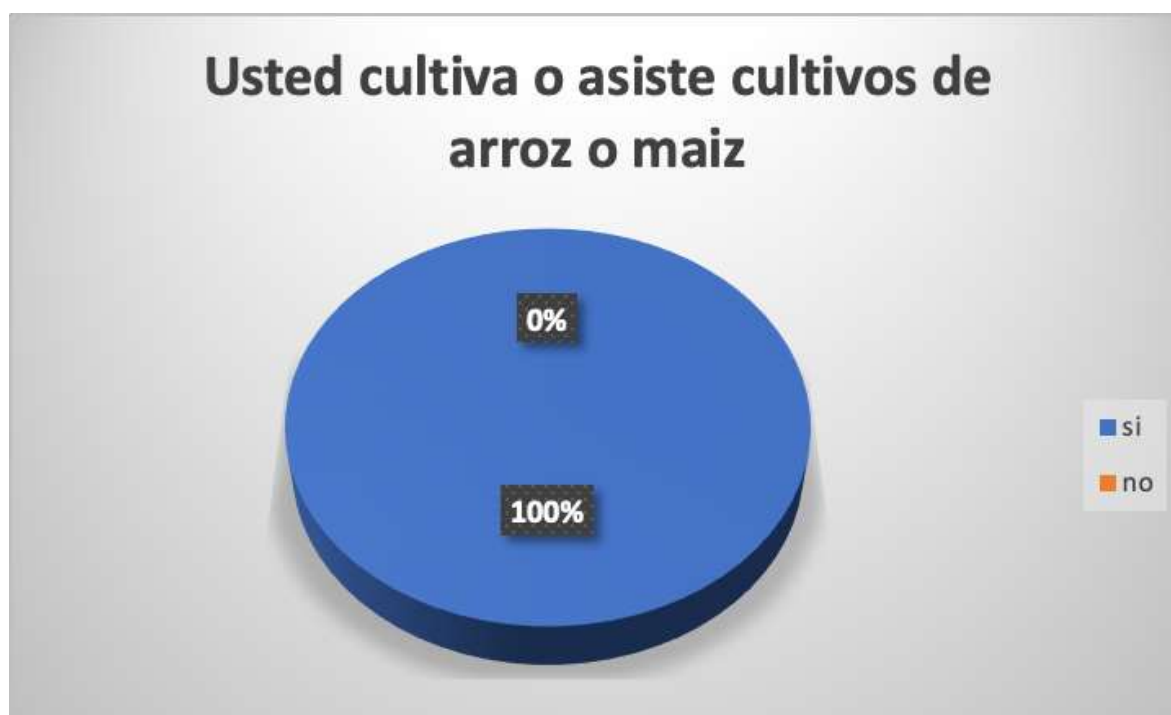
**Tabla 3***Resultados de la encuesta pregunta 1*

Elija cuál es su rango de edad	
Rango	respuesta
18 a 30	0
31 a 43	8
44 a 56	28
más de 56	44

*Fuente: Autores***Figura 4***Pregunta No 2. Selecciona cuál es su nivel de estudios**Fuente: Autores*

**Tabla 4***Resultados de la encuesta pregunta 2*

Selecciona cuál es su nivel de estudios	
Rango	respuesta
primaria	0
secundaria	0
técnico o Tecnólogo	8
Profesional Universitario	60
Posgrado	12

*Fuente: Autores***Figura 5***Pregunta No 3. Usted cultiva o asiste cultivos de arroz o maíz.**Fuente: Autores*

**Tabla 5***Resultados de la encuesta pregunta 3*

Usted cultiva o asiste cultivos de arroz o maíz	
Opción	respuesta
Si	80
No	0

*Fuente: Autores***Figura 6**

*Pregunta No 4. Usted realiza análisis de suelos frecuentes para establecer los planes de fertilización de su cultivo*

*Fuente: Autores***Tabla 6***Resultados de la encuesta pregunta 4*

Usted realiza análisis de suelos frecuentes para establecer los planes de fertilización de su cultivo	
Opción	respuesta
Si	80
No	0

*Fuente: Autores*

**Figura 7**

*Pregunta No 5. Usted Posee o utiliza un teléfono móvil inteligente*



*Fuente: Autores*

**Tabla 7**

*Resultados de la encuesta pregunta 5*

Usted Posee o utiliza un teléfono móvil inteligente	
Opción	respuesta
Si	80
No	0

*Fuente: Autores*

**Figura 8**

*Pregunta No 6. Sabe usted que es una aplicación móvil*



*Fuente: Autores*

**Tabla 8**

*Resultados de la encuesta pregunta 6*

Sabe usted que es una aplicación móvil	
Opción	respuesta
Si	80
No	0

*Fuente: Autores*

**Figura 9**

*Pregunta No 7. Usted utilizará una aplicación móvil que le permitiera realizar sus planes de fertilización basados en un análisis de suelos*



*Fuente: Autores*

**Tabla 9**

*Resultados de la encuesta pregunta 7*

Usted utilizará una aplicación móvil que le permitiera realizar sus planes de fertilización basados en un análisis de suelos	
Opción	respuesta
Si	80
No	0

*Fuente: Autores*

### Figura 10

*Pregunta No 8. Cuáles serían las principales características que buscaría en una aplicación móvil que le permitiera realizar planes de fertilización de sus cultivos*



*Fuente: Autores*

### Tabla 10

*Resultados de la encuesta pregunta 8*

Cuáles serían las principales características que buscaría en una aplicación móvil que le permitiera realizar planes de fertilización de sus cultivos	
Rango	respuesta
Que sea gratuita	12
Que sea compatible con el teléfono celular que posee en el momento	4
Que sea muy fácil de manejar	16
Que sea segura	4
Todas las anteriores	40
Ninguna de las anteriores	4
otro	0

*Fuente: Autores*

### **3er Fase**

Análisis de la información: consolidación de datos y requerimientos de los cultivos de arroz y establecimiento de los requerimientos de los futuros usuarios de la APP.

De acuerdo con los anteriores resultados se puede determinar que el uso de aplicaciones móviles como herramienta para la agricultura resulta atractiva para los agricultores y los profesionales de la agronomía independientemente de su edad o nivel de estudios. Se puede decir entonces que crear una aplicación en la que se puedan ingresar los datos de un análisis de suelos y que le sugiera al productor o al agricultor cual es la fertilización conveniente para su cultivo, puede tener acogida en el sector agrícola y resultar útil para sus fines.

### **4ta Fase**

Se procederá al análisis sobre como seria el desarrollo de SOIL APP, a través de la aplicación Excel.

Los requerimientos para la efectividad de esta APP se plantean basados en tablas de requerimientos de fertilizantes requeridos por los cultivos y los cuales van de la mano junto con resultados de análisis de suelos.

## Análisis de una muestra de suelos

Figura 11

Imagen resultado análisis de suelos

CATIONES EN FASE INTERCAMBIABLE				OTROS PARÁMETROS				SOLUCIÓN DE L SUELO			
Indicador	Unidad	Valor	Clave	Indicador	Unidad	Valor	Clave	Indicador	Unidad	Valor	Clave
Ca <sup>2+</sup>	cmol/kg	4.9	M	pH (1:2)	-	7.3	A	Ca <sup>2+</sup> soluble	cmol/kg	0.975	A
Mg <sup>2+</sup>	cmol/kg	1.8	M	M.O.	%	4.0	M	Mg <sup>2+</sup> soluble	cmol/kg	0.082	B
K <sup>+</sup>	cmol/kg	0.6	A	CICE	cmol/kg	7.24	A	K <sup>+</sup> soluble	cmol/kg	0.064	A
Na <sup>+</sup>	cmol/kg	NA	-	CE (1:5)	dSm	0.136	B	Na <sup>+</sup> soluble	cmol/kg	N.A.	-
Al <sup>3+</sup>	cmol/kg	0.0	B	N-NO <sub>3</sub>	mg/kg	45.9	M	P soluble	mg/L	0.002	B
Saturación Ca <sup>2+</sup>	%	67.3	A	N-NH <sub>4</sub>	mg/kg	N.A.	-	Si soluble	mg/L	N.A.	-
Saturación Mg <sup>2+</sup>	%	24.2	M	P	mg/kg	12	B	<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>			
Saturación K <sup>+</sup>	%	8.5	B	S	mg/kg	68	A	Arenas	%	62	M
Saturación Na <sup>+</sup>	%	N.A.	-	Fe	mg/kg	8	B	Limo	%	16	B
Saturación Al <sup>3+</sup>	%	0.0	B	Mn	mg/kg	1	B	Arcilla	%	22	M
Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	-	2.8	B	Cu	mg/kg	1	B	Textura	Franco Arcillo Ar arenoso		
Mg <sup>2+</sup> K <sup>+</sup>	-	2.9	A	Zn	mg/kg	1	B	Sat. humedad	%	58.98	A
Ca <sup>2+</sup> K <sup>+</sup>	-	7.9	B	B	mg/kg	0.2	B	D aparente	g/cm <sup>3</sup>	1.2	M

\* B= bajo; M= medio; A= alto; ND= no detectado; NA= no analizado; ND= no detectado. Unidades: cmol/kg= meq/100 g; mg/kg, mg/L = ppm; dSm = microhm/cm

Métodos: P por Br y II; Ca, Mg y K solubles extraídos con agua en proporción 1:10; Bases intercambiable en acetato amonio 1M; Al intercambiable extraído con KCl 1M; S extraído con fosfato de calcio 0.005M; Nitrato extraído con sulfato de aluminio 0.025M; Fe, Mn, Cu y Zn OLSEN modo fúido; B agua caliente; Si y P soluble extraídos con CaCl<sub>2</sub> 0.01M; M.O. por ignición; pH en agua (1:2); CE medida en el extracto 1:5; Textura por Bouyoucos-bis; Sat. humedad por capilaridad; Densidad aparente estimada.

Fuente: Autores

## Desarrollo del aplicativo

**Figura 12**

*Imagen tabla de introducción de datos de la muestra de suelos*

pH	Al meq / 100g	Na meq / 100g	CaCO <sub>3</sub>	Reacción	C.E	dS / m	C.I.C meq / 100g	C.I.C.E meq / 100g	Al % Saturación	Na % Saturación	Arenas	Arcillas	Limos	Textura	Clase	Familia
7.5	0	0.2	0		0	7.2	7.2	-	0.0	2.8	62	22	16	FA	GRUESA	
B	M	N	-		1		7.2		20	2						
SATURACION DE Na TOLERADO % <input type="text" value="0"/> ..... 0 ...																
OPCIONAL : ... EXCESO ESTIMADO DE Al o Na ( para corrección general ) : ( meq / 100g ) : <input type="text" value="0"/>																
Mater. Organ.	%	P	S	K	Ca	Mg	(Ca+Mg) / K	K / (p.5(Ca+Mg)/0.5	Ca / Mg	Mg / K	K / C.I.C	Ca / C.I.C	Mg / C.I.C			
4	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g					% Saturación					
12	68	0.8	4.9	1.8	11.2	0.3	2.7	3.0	8.3	88.1	25.0					
M	MB	?	M	M	B	30	0.1	2.5	3.6	2	20	5				
CONDICIONES INTENSAS DE FIJACION / ANTAGONISMO : ( 0 ó 1 ) P : <input type="text" value="0"/> K : <input type="text" value="0"/> Ca : <input type="text" value="0"/> Mg : <input type="text" value="0"/>																
CALIFICACION REQUERIMIENTO FERTILIZACION SEGUN FACTORES DE SUELO, CLIMA, CULTIVO, MANEJO : ( calificación : 1, 2 ó 3 )																
N :	<input type="text" value="2.6"/>	P :	<input type="text" value="2"/>	S :	<input type="text" value="1"/>	K :	<input type="text" value="2"/>	Ca :	<input type="text" value="1"/>	Mg :	<input type="text" value="1"/>					
B	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca / B	Fe / B	P / Zn	Fe / Zn	Mn / Zn	Zn / Cu	Fe / Mn	NITROG: (B, M, A)				
0.2	1	1	8	1	4900	40.0	12.0	8.0	1.0	1.0	8.0	Resp.	<input type="text" value="a"/>			
?	B	MB	B	Ad	5000	150	15	3.15	2.12	2.5	1.5.5	Périd.	<input type="text" value="m"/>			
CONDICIONES INTENSAS DE FIJACION / ANTAGONISMO : ( 0 ó 1 )																
B :	<input type="text" value="0"/>	Zn :	<input type="text" value="0"/>	Cu :	<input type="text" value="0"/>	Fe :	<input type="text" value="0"/>	Mn :	<input type="text" value="0"/>							
CALIFICACION NECESIDAD RELATIVA FERTILIZACION SEGUN FACTORES DE SUELO, CLIMA, CULTIVO, MANEJO : ( calificación : 1, 2 ó 3 )																

*Fuente:* Autores

En el aplicativo está diseñada una pestaña en la cual vamos a introducir todos los datos obtenidos del resultado de la muestra de suelos analizada.

En la siguiente imagen podemos encontrar la calificación y tendencia de los parámetros de pH, Al, Na, CIC, los cuales fueron obtenidos mediante análisis de suelos de la muestra.

Figura 13

Tabla de calificación

CATEG.	pH			Al.meq/100g:			Na.meq/100g:			C.I.C. meq / 100 g			C.E. d S / m		
	7,5	Al	(MA)	0	N	(-)	0,3	M	(Al)	7,24	M	(B)	0	?	?
	L.Infer.	L.Super.	Ubica.:	L.Infer.	L.Super.	Ubica.:	L.Infer.	L.Super.	Ubica.:	L.Infer.	L.Super.	Ubica.:	L.Infer.	L.Super.	Ubica.:
<b>N</b>			L.Infer.:	0	0,15	L.Infer.:	0	0,29	L.Infer.:			L.Infer.:			L.Infer.:
<b>MB</b>	1	4,5	6,8			0			0,16	0,1	4	7,1	0	0,09	0
<b>B</b>	4,6	5,5	L.Super.:			L.Super.:			L.Super.:	4,1	7	L.Super.:	0,1	0,2	L.Super.:
<b>M</b>			7,6	0,16	0,3	0,15	0,3	0,59	0,3	7,1	10	10			0,09
<b>Ad</b>	5,6	6,7	Prome.:			Prome.:			Prome.:	10,1	20	Prome.:	0,21	0,49	Prome.:
<b>AI</b>	6,8	7,6	7,20	0,31	0,5	0,075	0,6	1	0,23	20,1	30	8,55	0,5	2	0,045
<b>MA</b>	7,7	8,5		0,51	1,5	Al ?	1,1	2,5	OK	30,1	60		2,1	4	
<b>E</b>	8,6	12		1,6	3	(-)	2,6	6	(Al)	60,1	100		4,1	10	

Fuente: Autores

Al colocar los datos de pH y CIC en el aplicativo que estamos desarrollando en Excel, obtenemos las calificaciones de acuerdo a los resultados de análisis de suelos.

Recordemos que estos dos parámetros nos indican el estado de fertilidad de la muestra suelo analizada y si tenemos problemas de fijación de elementos, aunque sobre ellos no se haga recomendación de fertilidad en el aplicativo, sino calificación solamente.

En esta figura podemos encontrar la calificación, tendencia y dosis de fertilización requerida de los elementos como Nitrógeno, Fósforo y azufre.

Figura 14

Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos

NITROGENO (MAT. ORG.)											% M.O	4
ATEG.	RANGOS CRITICO		RANGOS FERTILIZA		Condición.	Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES	
	Vr.inf.	Vr.sup.	Dosi.baj	Dosi.alta	califica.	Lim.C.inf.	Lim.C.sup.	Infr.	Supr.	Opc.		
Unidad:	calif.suminis. N		kg N / ha		resp/ta+ pérdid.- Limitación. (*)	ppm P		kg N / ha			CONTENIDO :	
B	2	3	210	220	2.7	2	3	210	220	208	B (M)	
M	3	4	180	210	Req x Anal:	Promedio rango:		Incremento:		212	DOSIS : kg N / ha	
M	4	6	160	180	1	2.5		4.4		216	210	
Ad	6	7	150	160	Req x Factor					220	PRIORIDA ELEMENTO:	
Al	7	8	130	150	2.6	NECESIDAD RELATIVA		2.6	M	224	A 7.9	
(*)	Resp/ta	Pérdida	Limitan	Otros	OK							
M.A:	a	m	b	2.6	270.0					Fact.Req.Cont. : 4.3		
	1	4	3	FOSFORO - Fijación Baja a Moderada								
ATEG.	RANGOS CRITICO		RANGOS FERTILIZA		Análisis.	Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES	
	Vr.inf.	Vr.sup.	Dosi.baj	Dosi.alta	suelo	L.C.inf.	L.C.sup.	Infr.	Supr.	Opc.		
Unidad:	ppm P		kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha		ppm P	ppm P		kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha			CONTENIDO :	
MB	0	5	65	80	12	10.1	20	30	50	25	M (B)	
B	5.1	10	50	65	Req x Anal	Promed.rango:		Incremento:		34	DOSIS : kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha	
M	10.1	20	30	50	2	15.1		8.8		43	50	
Ad	20.1	45	0	30	Req x Fact					50	PRIORIDA ELEMENTO:	
Al	45.1	90	0	0	2.0	NECESIDAD RELATIVA		4	A	59	M 5.5	
	FOSFORO - Fijación Alta							Fact.Req.Cont. : 3.4		50		
ATEG.	RANGOS CRITICO		RANGOS FERTILIZA		Análisis.	Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES	
	Vr.inf.	Vr.sup.	Dosi.baj	Dosi.alta	suelo	L.C.inf.	L.C.sup.	Infr.	Supr.	Opc.		
Unidad:	ppm P		kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha		ppm P	ppm P		kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha			CONTENIDO :	
MB	0	8	85	100	?	?	?	?	?	?	? ?	
B	8.1	15	70	85	Req x Anal	Promed.rango:		Incremento:		?	DOSIS : kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ha	
M	15.1	30	50	70	?	?		?		?	?	
Ad	30.1	60	30	50	Req x Fact					?	PRIORIDA ELEMENTO:	
Al	60.1	130	0	30	?	NECESIDAD RELATIVA		?	?	?	NO 0.0	
	ERROR							Fact.Req.Cont. : ?				
AZUFRE												
	Anál. Suelo	Apor. y Ref.	Fertiza. N	Recom. S								
	ppm S	(1..a.3)	kg / ha	kg / ha								
	68.0	2.35	210	0								
	OK											
ATEG.	RANGOS CRITICO		RANGOS FERTILIZA		Análisis.	Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES	
	Vr.inf.	Vr.sup.	Dosi.baj	Dosi.alta	suelo	L.C.inf.	L.C.sup.	Infr.	Supr.	Opc.		
Unidad:	ppm S		kg S / ha		ppm S	ppm S		kg S / ha			CONTENIDO :	
MB	0	3	85	100	68	40.1	100.0	0	30	0	Al (Ad)	
B	3.1	6	70	85	Req x Anal	Promed.rango:		Incremento:		13	DOSIS : kg S / ha	
M	6.1	12	50	70	2	70.05		13.1		26	30	
Ad	12.1	40	30	50	Req x Fact					30	PRIORIDA ELEMENTO:	
Al	40.1	100	0	30	1.73	NECESIDAD RELATIVA		3.7	A	43	NO 0.3	
	OK											

Fuente: Autores

En esta tabla se muestra como al colocar los resultados arrojados por el análisis de suelos realiza se presenta recomendaciones de dosis en kilogramos puros de Nitrógeno (210 kg/ha), Fósforo (50 kg/ha) y azufre (50 kg/ha)

En esta figura podemos encontrar la calificación, tendencia y dosis de fertilización requerida de los elementos menores como el Boro, Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro.

**Figura 15**

*Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos*

FIJACION												BORO			OK			INTERPRETACION	
CAT.	R. CRIT.		R. DOSIS		R. CRIT.		R. DOSIS		Análisis	Ubic. análisis		Ubicación dosis			RECOMENDACION				
	Inf	Sup	Bajo	Alto	Inf	Sup	Bajo	Alto	suelo	Inf.	Sup.	Infr.	Supr.	Opc.					
	ppm B		kg B /ha		ppm B		kg B /ha		ppm B		kg B /ha			CONTENIDO :					
MB	0,00	0,07	0,8	1,2	0,00	0,12	1,2	1,5	0,2	0,16	0,30	0,3	0,5	0,25	M (B)				
B	0,08	0,15	0,5	0,8	0,13	0,25	0,8	1,2	Req x Anal	Promedio:	Incremento:		0,34	DOSIS : kg B /ha					
M	0,16	0,30	0,3	0,5	0,26	0,50	0,5	0,8	2	0,23	0,1		0,43	0,43					
Ad	0,31	0,60	0,0	0,0	0,51	1,00	0,0	0,3	Req x Fact	FIJA ? (S, N)	N		0,50	PRIORIDAD ELEMENTO:					
Al	0,61	1,00	0,0	0,0	1,01	1,50	0,0	0,0	1,0	Necesid. Relati	3	M	0,59	M 4,2					
S 3,4																			
FIJACION												COBRE			OK			INTERPRETACION	
CAT.	R. CRIT.		R. DOSIS		R. CRIT.		R. DOSIS		Análisis	Ubic. análisis		Ubicación dosis			RECOMENDACION				
	Inf	Sup	Bajo	Alto	Inf	Sup	Bajo	Alto	suelo	Inf.	Sup.	Infr.	Supr.	Opc.					
	ppm Cu		kg Cu/ha		ppm Cu		kg Cu/ha		ppm Cu		kg Cu/ha			CONTENIDO :					
MB	0	0,29	1,5	2	0	0,5	3	4	1	0,61	1,20	0,7	1	0,6	M (Ad)				
B	0,3	0,6	1	1,5	0,6	1	2	3	Req x Anal	Promedio:	Incremento:		0,8	DOSIS : kg Cu/ha					
M	0,61	1,2	0,7	1	1,1	1,8	1	2	1	0,91	0,1		0,9	0,6					
Ad	1,3	2	0	0	1,9	3	0	0,5	Req x Fact	FIJA ? (S, N)	N		1,0	PRIORIDAD ELEMENTO:					
Al	2,1	4	0	0	3,1	5	0	0	1,0	Necesid. Relati	1	M B	1,1	B 3,2					
S 2,7																			
FIJACION												HIERRO			OK			INTERPRETACION	
ATEG	R. CRIT.		R. DOSIS		R. CRIT.		R. DOSIS		Análisis	Ubic. análisis		Ubicación dosis			RECOMENDACIONES				
	Inf	Sup	Bajo	Alto	Inf	Sup	Bajo	Alto	suelo	Inf.	Sup.	Infr.	Supr.	Opc.					
Inida	ppm Fe		kg Fe/ha		ppm Fe		kg Fe/ha		ppm Fe		kg Fe/ha			CONTENIDO :					
MB	0	4	10	15	0	6	20	30	8	4,1	8,0	7,0	10	6,3	B (M)				
B	4,1	8	7	10	6,1	12	15	20	Req x Anal	Promed. rango:	Incremento:		7,6	DOSIS : kg Fe/ha					
M	8,1	15	4	7	12,1	25	10	15	1	6,05	1,3		8,9	6,3					
Ad	15,1	40	0	0	25,1	60	0	5	Req x Fact	FIJA /REDUC?	N		10,0	PRIORIDAD ELEMENTO:					
Al	40,1	100	0	0	61	130	0	0	1,0	Necesid. Relati	1	M B	11,3	M 4,9					
g/aplicación : 2,1 NO FIJA 3,86																			
FIJACION												MANGANESO			OK			INTERPRETACION	
ATEG	R. CRIT.		R. DOSIS		R. CRIT.		R. DOSIS		Análisis	Ubic. análisis		Ubicación dosis			RECOMENDACIONES				
	Inf	Sup	Bajo	Alto	Inf	Sup	Bajo	Alto	suelo	Inf.	Sup.	Infr.	Supr.	Opc.					
Inida	ppm Mn		kg Mn/ha		ppm Mn		kg Mn/ha		ppm Mn		kg Mn/ha			CONTENIDO :					
MB	0	6	7	10	0	10	15	20	1	0,0	6,0	7,0	10	6	MB (-)				
B	6,1	12	4	7	10,1	20	10	15	Req x Anal	Promed. rango:	Incremento:		8	DOSIS : kg Mn/ha					
M	12,1	20	2	4	20,1	30	5	10	2	3	1,3		9	8,9					
Ad	20,1	50	0	0	30,1	70	0	3	Req x Fact	FIJA /REDUC?	N		10	PRIORIDAD ELEMENTO:					
Al	50,1	130	0	0	71	150	0		1,0	Necesid. Relati	3	M	11	M 5,8					
g/aplicación : 3,0 S 4,51																			
FIJACION												ZINC			OK			INTERPRETACION	
ATEG	R. CRIT.		R. DOSIS		R. CRIT.		R. DOSIS		Análisis	Ubic. análisis		Ubicación dosis			RECOMENDACIONES				
	Inf	Sup	Bajo	Alto	Inf	Sup	Bajo	Alto	suelo	Inf.	Sup.	Infr.	Supr.	Opc.					
Inida	ppm Zn		kg Zn/ha		ppm Zn		kg Zn/ha		ppm Zn		kg Zn/ha			CONTENIDO :					
MB	0	0,7	3	4	0	0,98	6	8	1	0,80	1,50	2	3	1,8	B (MB)				
B	0,8	1,5	2	3	1,1	2	4	6	Req x Anal	Promed. rango:	Incremento:		2,2	DOSIS : kg Zn/ha					
M	1,6	3	1	2	2,1	4	2	4	2	1,15	0,4		2,6	3,0					
Ad	3,1	7	0	0	4,1	10	0	1	Req x Fact	FIJA ? (S, N)	N		3,0	PRIORIDAD ELEMENTO:					
Al	7,1	15	0	0	10,1	20	0	0	2,0	Necesid. Relati	4	A	3,4	A 7,4					

Fuente: Autores

En esta figura podemos observar la calificación, tendencia y dosis de fertilizantes para los elementos menores, Boro (0.43 kg/ha), Cobre (0.6 kg/ha), Manganeso (8.9 kg/ha) y Zinc (3 kg/ha) acorde a los resultados del análisis de suelos.

**Figura 16**

*Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos*

POTASIO														
CATEG.	RANGOS CRITICOS		Rangos Dosis		RESULTADOS		Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES		
	Unidad	1k	meq K/100 g	Infer.	Super.	Relación	Contenido	L.C.Inf.	L.C.Sup.	Infr.	Supr.		Opcion.	
MB	> 0.1	0,00	0,08	80	100	0,33	0,6	0,51	0,8	0	0	0	CONTENIDO : Al ( Ad ) DOSIS : kg K2O / ha 0 PRIORID ELEMENTO: NO 0,0	
B		0,09	0,16	60	80			Prom.rango:	0,63	Incremento:		0		0
M		0,17	0,30	40	60					Req x Anal.		0		0
Ad		0,31	0,50	0	40			2	Necesid. Relativa	4	A	0		0
Al		0,51	0,75	0	0					Req x Factor				0
MB		< 0.1	0,00	0,12	105			120	2,0	OK				
B	0,13		0,24	90	105									
M	0,25		0,40	60	90									
Ad	0,41		0,75	40	60									
Al	0,76		1,00	0	40									

CALCIO														
CATEG.	RANGOS CRITICOS		Rangos Dosis		RESULTADOS		Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES		
	Unidad	Ca / Mg	meq K/100 g	Infer.	Super.	Relación	Contenido	L.C.Inf.	L.C.Sup.	Infr.	Supr.		Opcion.	
MB	> 2	0,0	0,3	75	90	2,7	4,9	4,1	8,0	0	0	0	CONTENIDO : Al ( Ad ) DOSIS : kg Ca / ha 0 PRIORID ELEMENTO: NO 0,2	
B		0,3	0,8	60	75			Prom.rango:	6,1	Incremento:		0		0
M		0,8	1,5	40	60					Req x Anal.		0		0
Ad		1,6	4,0	0	40			2	Necesid. Relativa	3	M	0		0
Al		4,1	8,0	0	0					Req x Factor				0
MB		< 2	0,0	0,8	90			120	1,0	OK				
B	0,9		1,5	75	90									
M	1,6		3,0	60	75									
Ad	3,1		5,0	40	60									
Al	5,1		10,0	0	40									

MAGNESIO														
CATEG.	RANGOS CRITICOS		Rangos Dosis		RESULTADOS		Ubicación análisis		Ubicación dosis			INTERPRETACION RECOMENDACIONES		
	Unidad	Ca / Mg	meq K/100 g	Infer.	Super.	Relación	Contenido	L.C.Inf.	L.C.Sup.	Infr.	Supr.		Opcion.	
MB	< 6	0,00	0,15	9,0	12,0	2,7	1,8	0,6	2,0	0,0	5,0	0	CONTENIDO : Ad ( Al ) DOSIS : kg Mg / ha 0 PRIORID ELEMENTO: M.B 1,2	
B		0,16	0,30	7,0	9,0			Prom.rango:	1,31	Incremento:		1		3
M		0,31	0,60	5,0	7,0					Req x Anal.		3		5
Ad		0,61	2,00	0,0	5,0			1	Necesid. Relativa	1	M.B	7		7
Al		2,01	5,00	0,0	0,0					Req x Factor				0
MB		> 6	0,00	0,40	12,0			15,0	1,0	OK				
B	0,41		0,75	10,0	12,0									
M	0,76		1,50	8,0	10,0									
Ad	1,51		4,00	5,0	8,0									
Al	4,01		9,00	0,0	5,0									

Fuente: Autores

En esta imagen podemos observar la calificación, tendencia, y dosis de requerimientos de fertilizantes de Potasio (0), calcio (0) y Magnesio (0) requeridos por el cultivo acorde a los resultados del análisis de suelos.

Figura 17

Requerimientos en el cultivo del arroz.

**ARROZ RIEGO**  
**INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO (B-2018)**  
**INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN**  
 ADAPTADO CURSO FERTILIDAD ALBERTO FRYE 2010 – B (Q.E.P.D)

**N y P**

RANGOS CRÍTICOS	ANÁLISIS DE SUELOS			DOSIS DE FERTILIZACIÓN		
	Mat. Org.	P (Bray II)		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	%	Normal	Fijación		Normal	Fijación
mg P / Kg			Kg / ha			
Bajo	<1.2	<10	<15	150-250 (*)	50 - 80	80 - 100
Medio	1.2 - 2	10 - 20	15 - 30		30 - 50	60 - 80
Adecuado	2 - 4	20 - 40	30 - 60		0 - 20	40 - 60
Alto	>4	> 40	>60		0	0 - 25

(\*)Dosis de N según: variedad, pérdida de N aplicado, enfermedades, nivel y dosis otros elementos.

**K y S**

RANGOS CRÍTICOS	ANÁLISIS DE SUELOS			DOSIS DE FERTILIZACIÓN		
	K		S	K <sub>2</sub> O		S
	I <sub>k</sub>			I <sub>k</sub>		
Meq K / 100 g		mg S / kg	Kg K <sub>2</sub> O / ha		Kg S / ha	
Bajo	< 0.15	< 0.20	< 15	70 - 105	105 - 13	50 - 75
Medio	0.15 - 0.30	0.20 - 0.35	15 - 30	45 - 70	80 - 105	35 - 50
Adecuado	0.30 - 0.45	0.35 - 0.55	30 - 50	0 - 30	50 - 80	25 - 35
Alto	>0.45	>0.55	> 50	0	0 - 35	15 - 20

**Ca**

RANGOS CRÍTICOS	ANÁLISIS DE SUELOS		DOSIS DE FERTILIZACIÓN	
	Ca / Mg		Ca / Mg	
	> 2	< 2	> 2	< 2
Meq Ca / 100 g		Kg Ca / ha		
Bajo	< 1	< 1.5	50 - 80	80 - 105
Medio	1 - 2	1.5 - 2.5	30 - 50	60 - 80
Adecuado	2 - 3	2.5 - 5	0 - 20	40 - 60
Alto	> 3	> 5	0	0 - 25

**Mg**

RANGOS CRÍTICOS	ANÁLISIS DE SUELOS		DOSIS DE FERTILIZACIÓN	
	Ca / Mg		Ca / Mg	
	< 6	> 6	< 6	> 6
Meq Mg / 100 g		Kg Mg / ha		
Bajo	< 0.3	< 0.5	9 - 14	14 - 18
Medio	0.3 - 0.6	0.5 - 1	6 - 9	10 - 14
Adecuado	0.6 - 1.5	1 - 2.5	0 - 4	6 - 10
Alto	> 1.5	>2.5	0	0 - 5

Fuente: Autores

Recordemos que adicional a las tablas de requerimientos de los cultivos y los resultados de análisis de suelos debemos realizar otros cálculos para poder realizar las recomendaciones de fertilidad

$\text{Kg de P/Ha} = \text{ppm de P} * \text{profundidad de toma de la muestra} * \text{densidad aparente} * 0.1$  que es una constante.

$$\text{Kg de P/Ha} = 12 * 20 * 1,2 * 0.1$$

$$\text{Kg de P/Ha} = 28.8$$

En cuanto a los elementos mayores como el Calcio, Magnesio y Potasio, debemos cambiarlo de Meq/100g a partes por millón.

Para esto debemos multiplicarlos por su peso molecular.

### **Tabla 11**

*Tabla de calificación, tendencia y dosis de fertilización de elementos*

<b>Elemento</b>	<b>resultado análisis de suelos</b>	<b>peso molecular</b>	<b>resultado en ppm</b>
K	0,6	390	234
Ca	4,9	200	980
M	1,8	120	216

*Fuente: Autores*

## Conclusiones

Es de suma importancia realizar los muestreos de suelos teniendo en cuenta las recomendaciones que se tienen para tal fin, debido a que la efectividad de los resultados de los análisis de suelos que nos proporcionan los laboratorios depende en gran parte de cómo se realizó este mismo. Podemos afirmar la necesidad de que todas las herramientas que requerimos para realizar los muestreos de suelos deben estar limpias y sin óxido porque esto puede alterar los resultados de los análisis.

Con la implementación de nuevas tecnologías en todos los campos de acción existentes, la producción agrícola no puede quedar rezagada, ya que esto hace que seamos menos competitivos que otros sectores productivos.

La utilización de la aplicación SOIL-APP, planteada en este trabajo de grado y desarrollada por nosotros, nos permite ver que es una herramienta que nos va a permitir de la mano de los análisis de suelos realizar planes de fertilización más acordes a las necesidades de los suelos y los cultivos, todo esto con el ánimo de volver a nuestros productores agrícolas más competitivos ajustándose a los nuevos requerimientos del mercado.

Podemos observar la importancia de la utilización de los medios necesarios para optimizar las producciones de nuestros cultivos, de los cuales podemos dirigirnos a las aplicaciones que como SOIL-APP nos brinda la posibilidad de adicionarle a nuestros cultivos los fertilizantes que se requieren basados en los requerimientos del cultivo y contenidos de nutrientes presentes en el suelo.

### **Recomendaciones**

Es importante prestar atención a los requerimientos necesarios para la toma de muestras de suelos y así poder obtener resultados más confiables de las muestras que tomemos.

El cuidado de las herramientas y los materiales de muestreo deben estar en perfectas condiciones para poder obtener resultados acertados de nuestra muestra.

Se deben realizar las acciones necesarias para que todos los agricultores puedan acceder a tecnologías que le permitan optimizar sus cultivos.

Debemos capacitar y concientizar a los agricultores y extensionistas de la importancia de realizar análisis de suelos y utilizar las herramientas necesarias para establecer planes de fertilización acorde a los requerimientos de los cultivos.

### Referencias Bibliográficas

- Ciampitti, I. A., y García, F. O. (2008). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/balances-de-nutrientes-en-sistemas-agricolas-ipni-ciampitti-garcia.pdf>
- Cobo B., J. G. (2019). Modelo de negocio de una App para la gestión agraria: Olicontrol. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27194>
- Frye, A. (1973). Los suelos bajo inundación y la fertilización del arroz. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/14745>.
- Giraldo Cerón, A. F. (2020). Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia. *Revista universidad EAFIT*. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17128>
- Gómez, M.I. (2003). *Fertilización estratégica en el manejo eficiente de la variedad nutricional de los cultivos. Seminario de investigación*. Curso fertilidad de suelo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá DC.41p
- Osorio, N. W. (s/f). *pH del suelo y disponibilidad de nutrientes*. Bioedafologia.com. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pérez, A., Milla, M., Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías y la comunicación en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 27 (1), 11-17. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215885002.pdf>
- Stewart, W.M., (s.f). *Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes*. [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf/](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf/)

- Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J.I. (2005). *Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana*. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57323214.pdf>
- Xin. J. (2015). *Entregando conocimientos y soluciones a su alcance: estrategia para el desarrollo de aplicaciones móviles en la agricultura*.  
<https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/3255>
- Zhanga. Y., Wanga. L., Duan. Y. (2015). *Difusión de información agrícola utilizando las TIC: revisión y análisis de los modelos de difusión de información en China*.  
[https://www.researchgate.net/publication/290797379 Agricultural Information Dissemination using ICTs A Review and Analysis of Information Dissemination Models in China](https://www.researchgate.net/publication/290797379_Agricultural_Information_Dissemination_using ICTs_A_Review_and_Analysis_of_Information_Dissemination_Models_in_China)

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Cronograma de Actividades*

CRONOGRAMA						
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Elaboración del proyecto						
Aprobación del proyecto.						
Realización de encuestas						
Tabulación de datos						
Socialización de resultados de las encuestas						
Desarrollo del aplicativo móvil						
Pruebas piloto						
Realización de una recomendación de fertilidad de suelos						
Elaboración de un protocolo de muestreo de suelos						
Elaboración del documento final.						

*Fuente:* Autores

## Apéndice B

*Estimación de costos para la realización de este proyecto*

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Equipo Humano	2 (dos) estudiantes del programa de Agronomía de la UNAD CEAD Ibagué.	Ninguno
Equipos y Software	HARDWARE	
	Computador Hp con disco duro 1 Tera Gb memoria RAM 4 Gb o superior	Equipo de Propiedad del estudiante \$ 2.500.000
	Conexión a internet: 9 Mbps.	Pago mensual al proveedor de internet Movistar asumido por parte del estudiante \$ 60.000
	Celular de gama media.	Equipo móvil de Propiedad del estudiante \$ 800.000
	Almacenamiento de información en la nube	Ninguno
	SOFTWARE	
	Aplicación de desarrollo Sublime Text	Licencia gratis

*Fuente: Autores*

## Apéndice C

### Resumen Analítico Especializado – RAE

Tema	Desarrollo Rural
Titulo	DESARROLLO DE APLICATIVO WEB Y APP MÓVIL SOIL- APP PARA EL MANEJO EFECTIVO DE FERTILIZACION AGRICOLA DE CULTIVO DE ARROZ
Autor es	Edgar Villanueva Prieto Ricardo Piscioti Pabón
Fuent e Bibli ográfi ca	<p>Fertilidad de Suelos. (s/f). Euned.</p> <p>Giraldo Cerón, Andrés Felipe (2020). Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia. Revista universidad EAFIT. En el sitio web, <a href="https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17128">https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17128</a></p> <p>Gómez, M.I. 2003. fertilización estratégica en el manejo eficiente de la variedad nutricional de los cultivos. Seminario de investigación. Curso fertilidad de suelo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá DC.41p</p> <p>Osorio, N. W. (s/f). pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. Bioedafologia.com. Recuperado el 11 de julio de 2022, de <a href="https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf">https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf</a></p> <p>Frye, A. (1973). Los suelos bajo inundacion y la fertilización del arroz. Recuperado de: <a href="http://hdl.handle.net/20.500.12324/14745">http://hdl.handle.net/20.500.12324/14745</a>.</p> <p>Turrent-Fernández, Antonio; Cortés-Flores, José Isabel (2005). Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana. Recuperado de: <a href="https://www.redalyc.org/pdf/573/57323214.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/573/57323214.pdf</a></p> <p>Pérez, Adriana; Milla, M.; Mesa, M. Impacto de las tecnologías y la comunicación en la agricultura. recuperado de: <a href="https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215885002.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215885002.pdf</a></p> <p>Stewart, W.M., (s.f). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. Recuperado de: <a href="http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\$FILE/ATTCNQIX.pdf/">http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\$FILE/ATTCNQIX.pdf/</a></p> <p>Ciampitti, Ignacio A. y García, Fernando O. (2008). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. Recuperado de: <a href="https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/balances-de-nutrientes-en-sistemas-agricolas-ipni-ciampitti-garcia.pdf">https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/balances-de-nutrientes-en-sistemas-agricolas-ipni-ciampitti-garcia.pdf</a></p> <p>Cobo B., J. G. (2019). Modelo de negocio de una App para la gestión agraria : Olicontrol. Recuperado de</p>

	<p><a href="https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27194">https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27194</a></p> <p>Zhanga. Y., Wang. L., Duan. Y. (2015). Difusión de información agrícola utilizando las TIC: revisión y análisis de los modelos de difusión de información en China. Recuperado de <a href="https://www.researchgate.net/publication/290797379_Agricultural_Information_Dissemination_using ICTs_A_Review_and_Analysis_of_Information_Dissemination_Models_in_China">https://www.researchgate.net/publication/290797379_Agricultural_Information_Dissemination_using ICTs A Review and Analysis of Information Dissemination Models in China</a>"</p> <p>Xin. J. (2015). Entregando conocimientos y soluciones a su alcance: estrategia para el desarrollo de aplicaciones móviles en la agricultura. Recuperado de <a href="https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/3255">https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/3255</a></p> <p>Osorio, N. W. (s/f). pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. Bioedafologia.com. Recuperado el 11 de julio de 2022, de <a href="https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf">https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf</a></p>
Año	2022
Resumen	<p>El concepto de agricultura 4.0 incorpora el uso de dispositivos, tecnologías de la información y big data al sector agrícola (Giraldo, 2020). En el sentido que nos ocupa resalta la importancia de la vida microscópica, las relaciones tróficas de bacterias y plantas y en ese orden, el estudio del suelo como organismo vivo que permita la racionalización del uso de agroquímicos.</p> <p>La necesidad de producir alimentos para una creciente población mundial y la amenaza sobre las consecuencias que podría generar o seguir generando el cambio climático plantea el desafío de producir más alimentos sin aumentar los recursos para producirlos y minimizando el impacto ambiental. Ya parece no son suficientes las herramientas que la agricultura 1.0. 2.0 y 3.0 le brindaron a la humanidad para seguir haciendo frente a este desafío. La incorporación y los avances en el uso de dispositivos móviles y aplicaciones específicas para una necesidad determinada son hoy una herramienta que podría a llegar a ser de gran utilidad y alcance para, por ejemplo, incorporar análisis de suelo y un uso preciso de fertilizantes en cultivos de gran demanda e importancia económica como lo es el arroz.</p> <p>Existen algunos avances en el uso de estas herramientas para en el mundo, por ejemplo, existen aplicaciones en Google play store como Atfarm desarrollada por Yara international ASA que le permite a los productores monitorear biomasa con imágenes satelitales y hacer fertilización variable, planifica la fertilización, crea recomendaciones variables de nitrógeno utilizando imágenes satelitales de última generación</p> <p>De acuerdo a lo anterior surge la necesidad de dar los primeros pasos para desarrollar una aplicación web y móvil - SOIL APP, que consiste en una herramienta tecnológica para el cultivo de arroz de gran importancia para la economía de la región, en la que se puedan ingresar los resultados de un análisis de suelo y teniendo en cuenta los</p>

	<p>requerimientos propios del cultivo, el agricultor o agrónomo puedan obtener información más clara y eficiente sobre las dosis de fertilizantes que se deben emplear. Funcionaria como un traductor entre el lenguaje científico que arroja el análisis de suelo y el lenguaje práctico sobre dosis de fertilizantes empleados por el agrónomo o agricultor para su cultivo. Mediante esta herramienta el agrónomo o el agricultor pueden calcular las dosis adecuadas de fertilizantes de acuerdo con los resultados del análisis de suelo y a las recomendaciones dadas en la literatura científica.</p> <p>Los datos ingresados facilitan ajustar las aplicaciones a lo que realmente necesita el cultivo lo que implicaría una reducción de costos para el agricultor. También se podría evidenciar al mismo tiempo lo que se lleva aplicado en el cultivo como forma de organización para el agricultor y agrónomo.</p> <p>La importancia de desarrollar la aplicación web y móvil - SOIL APP se origina de los requerimientos de los cultivadores para utilizar una herramienta tecnológica que le permita reducir costos de producción y obtener mejor productividad de su cultivo, mediante una herramienta que podría hacer más eficiente el uso de fertilizantes.</p>
Palabras Claves	Agricultura 4.0., agricultura de precisión, dispositivos móviles, fertilización, programación agrícola.
Contenido	<p>En este trabajo se investigó y se desarrolló una fórmula para crear una aplicación web y móvil - SOIL APP, mediante un modelo en Excel que consiste en una herramienta tecnológica para precisar la nutrición en el cultivo de arroz, en la que se puedan ingresar los resultados de un análisis de suelo y teniendo en cuenta los requerimientos propios de cada cultivo, el agricultor o agrónomo puedan obtener información más clara y eficiente sobre las dosis de fertilizantes que se deben emplear. Funcionaria como un traductor entre el lenguaje científico que arroja el análisis de suelo y el lenguaje práctico sobre dosis de fertilizantes empleados por el profesional agrónomo o el agricultor para su cultivo. Mediante esta herramienta el agrónomo o el agricultor pueden calcular las dosis adecuadas de fertilizantes, las mezclas necesarias y el tiempo adecuado de aplicación partiendo, como se dijo, de un análisis de suelo, la demanda del cultivo y las recomendaciones dadas por la literatura científica para el cultivo de arroz. Los datos ingresados facilitan ajustar las aplicaciones a lo que realmente necesita el cultivo lo que implicaría una reducción de costos para el agricultor y un acercamiento de la tecnología que permita mayor precisión en el uso de los recursos de la naturaleza y las herramientas de apoyo al cultivo. También se podría evidenciar al mismo tiempo lo que se lleva aplicado en el cultivo como forma de organización para el agricultor y agrónomo.</p>
Descripción del problema de investigación	<p>Puede decirse que una cantidad importante de agricultores en el país no realizan análisis de suelo previo a la siembra, desconociendo la cantidad de fertilizante que se requiere para su cultivo de manera precisa. La falta de conocimientos por parte del agricultor sobre algunos aspectos del cultivo y la ausencia de la aplicación de la investigación científica, así como de los nuevos conocimientos de la práctica agrícola pueden generar pérdidas evitables para los agricultores. Puede decirse también que los</p>

igacion	<p>análisis de suelo suelen ser complejos de interpretar para algunos agricultores. Sin embargo mediante el empleo de herramientas tecnológicas que acerquen el conocimiento científico al agricultor es posible generar un mayor entendimiento sobre los reales requerimientos de un determinado cultivo, en ese sentido se brinda eficiencia en la aplicación de los fertilizantes que demanda el cultivo y por ende una reducción en los costos de las aplicaciones o por lo menos un mayor rendimiento de la producción que se traduce en mayores ganancias del agricultor, sin tener en cuenta otras variables.</p>
Objetivo general	<p>Desarrollar la construcción de una modelo en Excel de un prototipo de Soil APP que permita establecer planes de fertilización para el cultivo del arroz basados en análisis de suelos</p>
Objetivos específicos	<p>Reunir la información necesaria para desarrollar un modelo informático que nos permitan correlacionar los resultados de análisis de suelos con los planes de fertilización de un cultivo de arroz a través del diseño de una aplicación SOIL APP</p> <p>Indagar mediante encuestas sobre el uso y la necesidad de herramientas tecnológicas que faciliten y acerquen la agricultura de precisión al cultivo de arroz en el área de fertilización.</p> <p>Brindar las herramientas y la información necesarias para que con el apoyo de un desarrollador web y de aplicaciones crear Soil APP que sea compatible con los diferentes sistemas operativos que existen en la actualidad</p>
Metodología	<p>Para el desarrollo de este proyecto la metodología planteada ha sido de tipo investigativo, descriptivo y cuantitativo y está dividido en cuatro fases</p> <p><b>1er Fase:</b> Recolección de información por medio de entrevistas, encuestas e información que posean acerca de los lotes de cultivos.</p> <p><b>2da Fase:</b> Tabulación de la información: transcripción de notas y archivos recolectados</p> <p><b>3er Fase:</b> Análisis de la información: consolidación de datos y requerimientos de los cultivos de arroz y establecimiento de los requerimientos de los futuros usuarios de la APP.</p> <p><b>4ta Fase:</b> Se procederá al análisis sobre como seria el desarrollo de SOIL APP, para la cual utilizaremos como insumos toda la información obtenida , registrada y tabulada en las fases anteriores, las cuales nos permitirán desarrollar una APP acorde a los requerimientos de los posibles usuarios de la misma y propendiendo a mejorar la productividad de sus cultivos, basándose en la aplicación de la tecnología que nos proporcionará SOIL APP, la cual nos ayudará a diseñar los planes de fertilización basados en análisis químicos de suelos y desarrollo del cultivo para así tomar las decisiones más acertadas que le permitan incorporar al suelo los nutrientes que necesita en realidad para el óptimo desarrollo del cultivo, reduciendo así los costos de producción por uso de los insumos que no sean necesarios y el impacto ambiental por el uso de los mismos.</p>

Principales referentes teóricos y conceptuales	<p>Se hace referencia a la agricultura 4.0 como nuevo concepto que incluye tecnologías como aplicaciones móviles en la actividad agrícola. También se hace referencia a la agricultura de precisión como aquella que plantea la necesidad de hacer uso eficiente de los recursos tecnológicos para lograr en ultimas un uso preciso de las herramientas tecnológicas y de los recursos naturales de los que se dispone.</p> <p>Se hace mención de como se realiza un análisis de suelo, cuáles son los parámetros de muestra para realizar un análisis de suelos, así como la literatura existente para la fertilización en el cultivo de arroz.</p>
Resultados	<p>Se puede determinar que el uso de aplicaciones móviles como herramienta para la agricultura resulta atractiva para los agricultores y los profesionales de la agronomía independientemente de su edad o nivel de estudios. Se puede decir entonces que crea una aplicación en la que se puedan ingresar los datos de un análisis de suelos y que le sugiera al productor o al agricultor cual es la fertilización conveniente para su cultivo, puede tener acogida en el sector agrícola y resultan útil para sus fines.</p> <p>Es posible sugerir de acuerdo con la literatura científica y a un análisis de suelo de un agricultor la fertilización para su cultivo de acuerdo con los requerimientos de la tierra y emplear la herramienta Excel como base para el desarrollo de la aplicación web y móvil.</p>
Conclusiones	<p>Es de suma importancia realizar los muestreos de suelos teniendo en cuenta las recomendaciones que se tienen para tal fin, debido a que la efectividad de los resultados de los análisis de suelos que nos proporcionan los laboratorios depende en gran parte de cómo se realizó este mismo.</p> <p>Podemos afirmar la necesidad de que todas las herramientas que requerimos para realizar los muestreos de suelos deben estar limpias y sin oxido porque esto puede alterar los resultados de los análisis</p> <p>Con la implementación de nuevas tecnologías en todos los campos de acción existentes, la producción agrícola no puede quedar rezagada, ya que esto hace que seamos menos competitivos que otros sectores productivos.</p> <p>La utilización de la aplicación SOIL-APP, planteada en este trabajo de grado y desarrollada por nosotros, nos permite ver que es una herramienta que nos va a permitir de la mano de los análisis de suelos realizar planes de fertilización más acordes a las necesidades de los suelos y los cultivos, todo esto con el ánimo de volver a nuestros productores agrícolas más competitivos ajustándose a los nuevos requerimientos del mercado.</p> <p>Podemos observar la importancia de la utilización de los medios necesarios para optimizar las producciones de nuestros cultivos, de los cuales podemos dirigirnos a las aplicaciones que como SOIL-APP nos brinda la posibilidad de adicionarle a nuestros cultivos los fertilizantes que se requieren basados en los requerimientos del cultivo y contenidos de nutrientes presentes en el suelo</p>