



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador | Sede  
Ambato

## **ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**Tema:**

### **APLICACIÓN MÓVIL PARA DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en  
Tecnologías de la Información**

**Línea de Investigación:**

Tecnologías de la información y de la comunicación

**Autor:**

José Andrés Morales Mariño

**Director:**

Galo Mauricio López Sevilla

**Ambato – Ecuador**

**Septiembre 2022**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO**  
**HOJA DE APROBACIÓN**

**Tema:**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES**

**Línea de Investigación:**

Tecnologías de la información y de la comunicación

**Autor:**

José Andrés Morales Mariño

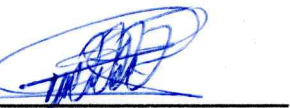
Galo Mauricio López Sevilla Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f: 

José Marcelo Balseca Manzano Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f: 

Enrique Xavier Garcés Freire Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f: 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado Ing. Mg.

**DIRECTOR ESCUELA DE SISTEMAS**

f: 

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel Dr.

**SECRETARIO GENERAL PUCESA**

f:   
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
SECRETARIA GENERAL  
PROCURADURIA

**Ambato – Ecuador**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **JOSÉ ANDRÉS MORALES MARIÑO** portador de la cédula de ciudadanía 180534756-2, autor del trabajo de graduación intitulado: **“APLICACIÓN MÓVIL PARA DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES”**, previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, en la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos del autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ambato, agosto 2022



**JOSÉ ANDRÉS MORALES MARIÑO**  
**CC. 18005347562**

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir esta etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que me acompañaron en todo momento. Primero doy gracias a Dios por darme la voluntad, la fuerza para poder terminar mi carrera. Doy gracias a mí familia por ser mi principal apoyo en este proyecto, a mis padres por apoyarme siempre en cada una de mis decisiones y apoyarme no solo económicamente si no con su cariño y afecto. Agradezco a mi hermana a quien me ha apoyado incondicionalmente en cada una de mis etapas estudiantiles y personales. Gracias a Evy, por llegar a mi vida a volverme una mejor persona, a darme ánimos, por confiar en mí y porque me ha dado las fuerzas necesarias para no rendirme jamás por más duras que sean las circunstancias.

Doy gracias a todos mis compañeros que tuve a lo largo de la carrera, por compartir conmigo muchos momentos, desde los momentos de diversión hasta aquellos, en los cuales, no se descansa muchas veces por realizar los trabajos a presentar. Mi gratitud, también, a la Escuela de Ingeniería en Sistemas, mi agradecimiento sincero al tutor de mi tesis, Mg. Galo López, gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

Gracias infinitas a todos.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mis padres por ser mi ejemplo y mis cimientos para lograr culminar mi carrera, por apoyarme siempre sin importar si están o no en una situación buena. A mi hermana a quien considero como mi segunda madre y, además, como amiga porque siempre ha estado para mí para aconsejarme y apoyarme en todo. A mi familia en general porque con ellos me he formado y han influenciado en quien soy en la actualidad en gran medida. También, dedico este proyecto a Evy, por confiar siempre en mí y siempre decirme que yo podía, por ayudarme a no darme por vencido en los momentos difíciles y siempre buscar una solución.

A todos los profesores que tuve durante la carrera porque ellos son parte fundamental en este proceso, porque gracias a sus conocimientos brindados puedo superarme cada vez más. A mis compañeros por siempre ayudarnos en lo académico y en lo personal, porque cada uno tiene sus puntos fuertes y se puede complementar con los demás.

Para todos ellos está dedicado este proyecto de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

## RESUMEN

El problema detectado en esta investigación es la degradación e infertilidad de los suelos en los que se realizan cultivos sin una buena fertilización. Es por esto por lo que los fertilizantes se han vuelto esenciales en cuanto a productividad y conservación del suelo para los cultivos. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil para el cálculo de fertilizantes y así resolver el problema antes planteado. El tipo de investigación en este proyecto se encasilla dentro de tres tipos de investigación descriptivo, correlacional y explicativo. Los métodos de investigación en este proyecto son teóricos dentro de este se encuentra el analítico-sintético y la búsqueda bibliográfica, en los de tipo empíricos se encuentran la observación y la entrevista. El trabajo investigativo se desarrolla a través del tipo SCRUM, por ende, el desarrollo se divide en las etapas correspondientes de esta metodología: análisis, desarrollo y *testing*. El resultado de esta investigación es la obtención la aplicación móvil la cuál es diseñada para el sistema operativo Android, para lograr un mayor rango de cobertura. Al finalizar todos los procesos respectivos, así como las validaciones, se muestra una pantalla, en la cual, se colocan las respuestas obtenidas del cálculo de fertilizantes para cada etapa del cultivo. Al final del proyecto, se concluye que se obtuvieron los resultados correctos y mediante una presentación con los profesionales del MAG, se valida el correcto funcionamiento y usabilidad de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto.

**Palabras clave:** aplicación móvil, fertilizantes, cultivos, cálculo

## **ABSTRACT**

The detected problem in this research is the degradation and infertility of soils where crops are grown without good fertilization. Therefore, fertilizers have become essential in terms of productivity and soil conservation for crops. This research aims to develop a mobile application for the calculation of fertilizers and thus solve the problem raised above. The type of research in this project is pigeonholed into three types of research descriptive, correlational, and explanatory. The research methods in this project are theoretical, including the analytical-synthetic and the bibliographic search, and the empirical methods are observation and interview. The research work is developed through the SCRUM type; therefore, the development is divided into the corresponding stages of this methodology: analysis, development, and testing. The result of this research is the mobile application which is designed for the Android operating system, to achieve a wider range of coverage. At the end of all the respective processes, as well as the validations, a screen is shown in which the answers obtained from the calculation of fertilizers for each stage of the crop are placed. At the end of the project, it is concluded that the correct results were obtained and through a presentation with MAG professionals the correct functioning and usability of the mobile application developed in this project is validate.

**Keywords:** mobile application, fertilizers, crops, calculation

## ÍNDICE

PRELIMINARES	
DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	9
1.1. Aplicación móvil .....	9
1.1.1. Arquitectura .....	11
1.1.2. Sistemas Operativos .....	16
1.2. Fertilizantes y los factores que lo componen .....	18
1.2.1. Requerimientos Nutricionales.....	18
1.3. Influencia de una aplicación móvil en la fertilización.....	28
1.3.1. Importancia de la agricultura .....	29
1.3.2. Aplicaciones similares .....	32
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO .....	36
2.1. Caracterización del MAG .....	36
2.2. Metodología de investigación.....	39
2.3. Metodología de desarrollo.....	44
2.3.1. Fase 1 Planificación .....	48
2.3.2. Fase 2 Desarrollo .....	52
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	79
3.1. Comparación de Resultados.....	79
3.2. Validación de la Aplicación Móvil .....	85
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES .....	94
BIBLIOGRAFÍA .....	96
ANEXOS .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios de la aplicación según los dispositivos.....	13
Tabla 2. Interpretación del pH del suelo .....	31
Tabla 3. Hoja de tareas de proyecto .....	49
Tabla 4. Duración estimada del proyecto .....	50
Tabla 5. Estimación de presupuesto para el proyecto.....	52
Tabla 6. Historia de usuario uno.....	52
Tabla 7. Historia de usuario dos.....	52
Tabla 8. Historia de usuario tres.....	53
Tabla 9. Historia de usuario cuatro.....	53
Tabla 10. Historia de usuario cinco .....	53
Tabla 11. Caso de uso al iniciar la aplicación.....	56
Tabla 12. Caso de uso de selección de cultivo .....	57
Tabla 13. Caso de uso de ingreso de datos .....	57
Tabla 14. Caso de uso de confirmación de datos .....	58
Tabla 15. Caso de uso de los resultados .....	58
Tabla 16. Requerimientos a ingresar .....	80
Tabla 17. Nutrientes del suelo.....	80
Tabla 18. Resultados.....	83
Tabla 19. Resultados a aplicar .....	84
Tabla 20. Resumen de resultados.....	84
Tabla 21. Resumen de comparación.....	85
Tabla 22. Medida de calidad Cobertura de la implementación funcional .....	87
Tabla 23. Propuesta de indicadores de calidad del software .....	88
Tabla 24. Criterios para evaluar la calidad .....	89
Tabla 25. Evaluación de la calidad.....	89
Tabla 26. Evaluación de calidad desarrollador.....	90
Tabla 27. Evaluación de calidad MAG.....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Macronutrientes.....	22
Cuadro 2. Micronutrientes .....	24
Cuadro 3. Comparación de la Agricultura Tradicional vs. Agricultura de Precisión...	29
Cuadro 4. Fases de la metodología SCRUM .....	46
Cuadro 5. Calidad externa del producto de software .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dispositivos Móviles .....	9
Figura 2. Relación entre pH del suelo y disponibilidad de nutrientes para la planta..	20
Figura 3. Hortalizas .....	26
Figura 4. Frutales y nueces.....	27

Figura 5. Cultivos Forrajeros .....	28
Figura 6. Relación entre pH y pOH y la actividad de ambos iones en solución.....	31
Figura 7. IOT en la agricultura.....	33
Figura 8. Aplicación Móvil Android AGRO-CISC .....	34
Figura 9. Capturas de pantalla aplicación CRIG .....	35
Figura 10. Metodología SCRUM .....	48
Figura 11. Desarrollo de actividades .....	51
Figura 12. Diagrama de clases.....	54
Figura 13. Diagrama de secuencias.....	55
Figura 14. Diagrama de casos de uso.....	56
Figura 15. Inicio de la aplicación .....	59
Figura 16. Submenú información .....	60
Figura 17. Información de la aplicación.....	60
Figura 18. Configuración de los menús .....	61
Figura 19. Primera Ventana .....	62
Figura 20. Tipos de cultivos definitivos.....	63
Figura 21. Pantalla de ingreso de datos.....	64
Figura 22. Pantalla de resultados.....	64
Figura 23. Ejemplo de datos.....	65
Figura 24. Validación campos vacíos.....	65
Figura 25. Validación datos negativos.....	66
Figura 26. Validación nivel pH.....	66
Figura 27. Mensaje de confirmación .....	67
Figura 28. Ejemplo de resultados.....	67
Figura 29. Pantalla de inicio final.....	69
Figura 30. Ingreso de datos cultivo de papa.....	69
Figura 31. Desactivación de campos .....	70
Figura 32. Activación de campos .....	71
Figura 33. Validación de campos vacíos primer cálculo.....	71
Figura 34. Validación de campos vacíos segundo cálculo .....	72
Figura 35. Resultados del cálculo de papa.....	73
Figura 36. Ingreso de datos para Caducifolios .....	73
Figura 37. Resultados para Caducifolios.....	74
Figura 38. Cambios en información.....	74
Figura 39. Cambios ingreso de datos para papa.....	75
Figura 40. Opciones del tipo de medidas .....	75
Figura 41. Ventana de respuestas de papa modificada .....	76
Figura 42. Cambios en el ingreso de datos caducifolios .....	77
Figura 43. Cambios en los resultados caducifolios .....	77
Figura 44. Cambio del logo actualizado .....	78
Figura 45. Figuras de los resultados a comparar .....	83

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso de fertilizantes en todo tipo de cultivos es común. La funcionalidad de un fertilizante es, según Zúñiga Macías, A. (2015), que los fertilizantes nutren el suelo mediante la devolución de los nutrientes minerales esenciales y con esto se consigue asegurar la productividad y calidad de los cultivos y, también, mediante la conservación del suelo y así evitar su degradación. Es por esto por lo que los fertilizantes se han vuelto esenciales en cuanto a productividad y conservación del suelo para los cultivos.

La aplicación correcta de fertilizante en los cultivos es muy importante, una de las razones según Pérez et al. (2016), es que “durante las últimas cuatro décadas, el uso de abonos orgánicos y el uso imprudente de fertilizantes inorgánicos plantearon serias amenazas para el medio ambiente.” (p, 2). Con esto se tiene prioridad al correcto uso y aplicación de fertilizantes para todos los tipos de cultivos y de esta manera lograr mayor productividad con el menor porcentaje de daños tanto al medioambiente como al ser humano.

Uno de los factores con más protagonismo dentro de la fertilización de los cultivos es la cantidad de nutrientes que posee el suelo en especial el pH, según Osorio, N. W. (2012), “En los suelos el pH es una propiedad química de mucha importancia porque indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes.” (p, 1). Por esto es primordial que se realiza un análisis de los nutrientes que contiene y que le hace falta al suelo, en el cual, se va a realizar el cultivo. De esta manera el cálculo de fertilización es más favorable en cuanto a productividad y conservación del suelo.

Las aplicaciones móviles han logrado facilitar muchos procesos, cálculos y muchas cosas más, esto quiere decir que son muy útiles en el día a día, según Jiménez Cordero, M. A., & García Coello, E. A. (2015), “Una aplicación móvil es un programa informático diseñado para ejecutarse en los teléfonos inteligentes, computadoras

Tablet y otros dispositivos móviles.” (p, 7). Con esto se define que una aplicación móvil se instala en un dispositivo móvil, así ejecutarla y realizar todas las opciones y procesos, en los cuales, se basa dicha aplicación.

Para alcanzar buenos resultados en cuanto a este tema, se cuenta con muchas herramientas tecnológicas y una de ellas es una aplicación móvil, la cual, es la base de este proyecto. Según Douglas et al. (2018), “Una aplicación móvil mejora la experiencia del usuario, permite ingresar, buscar, descubrir o simplemente leer o divertirse, todo con su dispositivo móvil, existen aplicaciones que funcionan solamente con internet y existen las que funcionan sin necesidad de internet.” (p, 53). Entonces una aplicación móvil facilita el proceso para que las personas realicen cálculos correctos de cuál es la cantidad correcta que se aplica de fertilizante en cada cultivo y todo esto de una manera muy fácil.

La correcta fertilización de los cultivos depende de varios factores, los cuales, son mencionados en el proyecto llamado “CRIG: Una aplicación móvil para cálculos de fertirriego”, en este proyecto según Pérez et al. (2016):

El procedimiento de cálculo de las necesidades de agua y nutrientes de los diferentes cultivos consta de dos partes: i) la estimación del consumo de agua por parte de los diferentes cultivos a partir de la predicción las condiciones externas meteorológicas y la estimación de las internas, la cual, se aborda en un futuro trabajo y, ii) el cálculo de la necesidad de nutrientes a partir de los análisis del agua de riego, del aporte y del suelo o drenaje (en el caso de cultivo hidropónico), del cultivo y su estado fisiológico, del sistema de riego instalado y del tipo de fertilizantes (p, 2).

Como se aprecia la cantidad de agua y de todos los nutrientes que contiene el suelo en el que realiza el cultivo son fundamentales para el cálculo de fertilizantes. Todos estos factores se incluyen en el análisis y en el procedimiento de este proyecto para lograr un buen resultado.

El acceso y procedimientos dentro de la aplicación se realiza de tal manera que sea sencillo para el usuario, según Enrech, S. (2013), “La idea básica es que un usuario acceda a la aplicación e introducir los datos sobre sus parcelas de cultivo y variedades frutales con las que trabaja, para luego añadirlas paulatinamente la producción y demás aspectos.” (p, 15). Las variables y datos que el usuario ingresa en la aplicación son todas las necesarias para cálculo y que dicho cálculo sea correcto y exacto.

En el ámbito internacional, existe un proyecto relacionado con la misma temática de este proyecto. En este caso en el proyecto, se realizó una aplicación web y esta aplicación ayuda o su objetivo es ayudar en la gestión de cultivos frutales. En la creación de la aplicación en este proyecto Enrech, S. (2013), define los siguientes objetivos:

- Controlar las horas de trabajo, el lugar y la variedad recolectada por trabajadores de la empresa.
- Tener información detallada sobre todos los tratamientos aplicados a los árboles, ya sean fertilizantes, fitosanitarios, o simplemente riegos.
- Controlar gastos, especialmente los de la maquinaria usada.
- Poder acceder a la información de la base de datos de la aplicación desde fuera, para crear aplicaciones con las que acceder desde otros dispositivos. Por ejemplo, desde teléfonos móviles. (p, 12)

Esta aplicación web permite introducir los datos sobre las parcelas de cultivo y variedades frutales con las que se trabaja, añadir la producción y los demás aspectos. La idea de esta aplicación es que el usuario controle todo, además, todas las variables y datos se registran en la aplicación.

La aplicación, se basa en realizar las siguientes funciones: gestionar campos de cultivo y sus variedades de fruta, gestionar producción, gestionar trabajadores, horas que trabajan y el lugar, gestionar tratamientos a los árboles, gestionar maquinaria agrícola,

gestionar gastos de mantenimiento. Al realizar una comparación este proyecto o aplicación no cubre lo que respecta a fertilizantes y menos para que se calcule la cantidad adecuada de fertilizante que se aplica.

En el ámbito nacional, se encontró un proyecto relacionado con la optimización de recursos en la agricultura mediante una aplicación móvil. Está aplicación móvil según Sulca Martinez, C. L. (2016):

permite optimizar el tiempo que el agricultor usa para realizar sus labores de recorrido en su hacienda, cultivos, o terrenos, la opción de capacitarse y conocer de manera más técnica las diferentes enfermedades o plagas que perjudican su producción y aprender las mejores soluciones para estos problemas, así como, también, contar con un portal informativo actualizado. (p,10).

Esta herramienta móvil sirve para el control eficiente de incidencias en el sector agrícola y sus resultados sirven para mejorar el nivel de producción en el ámbito de agricultura. Entonces este proyecto tampoco se trata o se relaciona con el tema del cálculo de fertilizante para los cultivos.

En el contexto ecuatoriano, se presenta un problema según Sulca Martinez, C. L. (2016), “El agricultor ecuatoriano posee poco conocimiento del uso de nuevas tecnologías. Se lo considera que no es muy técnico y que realiza sus tareas de forma muy empírica y de forma manual.” (p, 4). Una vez dicho esto, mediante este proyecto, se alcanza una mejor y precisa manera de fertilizar los suelos.

La fertilización es algo indispensable para cualquier tipo de cultivo. Una buena fertilización consiste o se trata de reponer al suelo de los nutrientes perdidos después de una cosecha, esto sirve para que un suelo no pierda su fertilidad. Para realizar de manera correcta este proceso se analiza el suelo para de esta manera saber que nutrientes son con los que cuenta el suelo y cuáles nutrientes le hacen falta según del tipo de cultivo que se vaya a realizar, además, es necesario saber el pH del suelo

según Osorio, N. (2012) “en los suelos el pH es una propiedad química de mucha importancia porque indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes” (p.1). Algunos de los cultivos son realizados sin conocimiento o sin estudio de los nutrientes que necesita el suelo, esto representa un problema porque llegaría a causar un suelo infértil.

Con respecto a la agricultura y al no tener conocimientos sobre cómo mantener los nutrientes suficientes en el suelo, se produce la degradación del suelo y caída de la fertilidad debido al uso incorrecto de fertilizantes al momento que se realiza los sembríos de algún producto porque el uso excesivo de fertilizantes aumenta costos y la falta de ellos disminuye el rendimiento de los cultivos. Herrera Molina, J. D. (2016) afirma que “al existir mala aplicación de los fertilizantes, se disminuye o se aumenta la dosificación, va a crear un ambiente en el suelo de mala fertilidad, lo que aumenta la percolación en el perfil del suelo, la escorrentía por efecto del agua” (p.6).

El problema para abordar dentro de este proyecto se define con la siguiente interrogante: ¿Es útil una aplicación móvil para el manejo de dosificación de fertilizantes según el tipo de suelo?

Para responder la problemática se plantea las siguientes interrogantes científicas:

- ¿La revisión teórica permite conocer los aspectos relacionados al manejo de fertilización de suelos y al desarrollo de aplicaciones móviles que implementen esta acción?
- ¿Qué metodología define mecanismos válidos para resolver los problemas relacionados al desarrollo de aplicaciones móviles para dosificación de fertilizantes?
- ¿La implementación de una aplicación móvil para manejo de dosificación permite optimizar el uso de fertilizante de acuerdo con características del suelo?

Al desarrollar las interrogantes científicas y para resolver el problema se plantea el siguiente objetivo general, desarrollar una aplicación móvil para dosificación de fertilizantes y de igual manera los siguientes objetivos específicos:

1. Construir un marco conceptual sobre aplicaciones móviles, cultivos y fertilizantes
2. Diagnosticar la situación actual de las aplicaciones móviles para los cultivos
3. Diseñar la aplicación móvil basado en metodología SCRUM
4. Validar la aplicación móvil para calcular la cantidad de fertilizante

Para resolver las interrogantes científicas, el objetivo general y los objetivos específicos, se aplican los siguientes métodos y técnicas de estudio.

Métodos teóricos:

- Analítico-sintético, el cual, permite la división de una estructura de enseñanza y aprendizaje, para en lo posterior comprender las formas y maneras de calcular la cantidad de fertilizantes que se aplica.
- Búsqueda bibliográfica, esta parte es fundamental y permite la obtención de información para sustentar de mejor manera la investigación.

Métodos empíricos:

- Observación, para conocer los diferentes componentes o materiales que se llevan a cabo para el cálculo de la cantidad de fertilizantes a utilizar.
- Entrevista, esto permite saber sobre la utilización de métodos para el cálculo de la cantidad de fertilizantes que se utiliza en cada tipo de cultivo.

Este proyecto se encasilla dentro de tres tipos de investigación. Descriptivo, es el tipo de investigación que más se relaciona con este proyecto, se especifica conceptos, medidas y variables fundamentales para el cálculo de fertilizantes. Correlacional relación entre el correcto cálculo de la cantidad de fertilizante y la obtención de buenos productos agrícolas. Explicativo relaciones de causa efecto entre la fertilización y los tipos de cultivos.

Actualmente, existen algunos métodos ágiles para el desarrollo de software y aplicaciones móviles, en este proyecto se aplica la metodología SCRUM para dar resolución a las interrogantes científicas planteadas se aplica las siguientes metodologías.

La metodología SCRUM, se enfoca en que el proyecto llegue a alcanzar los objetivos que dependen en gran medida de varios factores. El proyecto cumple según Trigás Gallego, M. (2012) con las siguientes condiciones:

- Entorno: No sufre modificaciones de forma rápida, sino que se alargan en el tiempo.
- Cliente: Tiene muy claro que es lo que se necesita, sabe transmitirlo e interpreta perfectamente sus necesidades.
- Equipo: Existencia del equipo de profesionales necesario para atender a esa necesidad y, además, saber cómo resolverla.
- Fases: Las fases se hacen de una forma lineal, organizada y no surgiría ningún problema durante su realización.

Esta metodología, se basa en las siguientes fases:

- Fase inicial: aquí se realiza el análisis de los requerimientos, la viabilidad del proyecto, se hace la búsqueda de una solución técnica para el proyecto.

- Definición: como su nombre lo dice aquí se definen las actividades a realizar, se crea un diagrama de actividades y se crean los planes para su posterior ejecución.
- Ejecución: desarrollo, integración y pruebas del producto.
- Entrega: entrega del producto
- Soporte y mantenimiento: desarrollo de productos para el soporte, no siempre es necesario.
- Cierre del proyecto: formalización del cierre del proyecto y de las lecciones aprendidas.

El desarrollo de este proyecto y de su resultado el cuál es una aplicación móvil está justificado puesto que como resultado se obtiene una muy notable mejora al momento de calcular los fertilizantes que necesita cada cultivo. Además, que es una solución innovadora en el cálculo de fertilizantes.

Este proyecto brinda la ventaja de la tecnología al cálculo de fertilizantes para cada cultivo. Con esto, se muestra que con este proyecto se contribuye a una mejor producción y mantención de los suelos. Esto porque con una mejor fertilización los nutrientes del suelo se mantienen en un nivel adecuado y así se evita llegar a la infertilidad del suelo.

## CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

### 1.1. Aplicación móvil

Para conocer más en este ámbito se define qué es un dispositivo móvil. Son definidos como una computadora de tamaño pequeño, esta definición se basa en que en estos dispositivos se hacen las mismas acciones que en una computadora normal, pero en un dispositivo tan pequeño que incluso cabe en el bolsillo tal como se observa en la figura 1. Los fabricantes de los dispositivos según Jiménez Cordero, M. A., & García Coello, E. A. (2015), han evolucionado, de esta manera a estos dispositivos móviles se les denomina smartphones, esta es la definición más cercana porque su traducción sería teléfonos inteligentes y son catalogados así por todas las funcionalidades y configuraciones con las que cuentan.

Figura 1. Dispositivos Móviles



Fuente: tomado a partir de Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013).

Una vez analizado el significado de lo que es un dispositivo móvil, se define sobre lo que trata una aplicación móvil, entonces dentro del ámbito de la informática es un tipo de software, depende de para que fuera diseñado y programado para que de esta manera cumpla con las necesidades, las cuales, esta aplicación promete realizar.

Entonces una aplicación móvil con esto ayudaría a facilitar procesos y actividades, según para que son desarrolladas. Estas aplicaciones móviles están al alcance de los usuarios a través de los dispositivos móviles se las obtiene, según Jiménez Cordero, M. A., & García Coello, E. A. (2015), las aplicaciones móviles están disponibles en plataformas de distribución de estas, algunas son gratuitas o de pago. Según el sistema operativo que se maneje se presentan diferentes plataformas de distribución, la mayoría las conoce y son las siguientes, Apple Store, Google Play, Windows Store, etc.

En lo que respecta a una aplicación móvil, se menciona que según Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013), existen dos categorías de aplicaciones móviles, las aplicaciones nativas, su nombre está relacionado a que su desarrollo está basado para un tipo de dispositivo y, también, de sistema operativo. Luego se puede mencionar las aplicaciones web, estas aplicaciones son ejecutadas en servidores y como su nombre lo dice su visualización en los dispositivos móviles se realiza a través de páginas web. En comparativa para este proyecto es una mejor opción una aplicación móvil y la razón de esta determinación es que con esta categoría de aplicación se aprovecha mucho mejor las funciones que incorpora cada dispositivo móvil.

Se tiene claro que los dispositivos móviles tienen muchas características y todas son diferentes entre los distintos dispositivos, entonces para el desarrollo de las aplicaciones móviles se planifica y diseña cuando se tiene en cuenta todas las consideraciones que un programador sabría. Las consideraciones para tener en cuenta al momento de desarrollar una aplicación móvil según Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013), son las siguientes, velocidad y características de la red, rendimiento del hardware, tamaño y resolución de las pantallas, manejo de sensores, seguridad de la aplicación, bajo consumo de batería. Hay que tener en cuenta todas estas consideraciones y de esta manera hacer que la aplicación sea más optimizada puesto que algunos de los usuarios que la van a ocupar no poseen dispositivos de grandes prestaciones.

### 1.1.1. Arquitectura

En el desarrollo de aplicaciones móviles, se mencionan las fases que se seguirán al momento de realizar el proyecto. Existen varios métodos para el proceso de cada proyecto, según las necesidades de cada proyecto se elige uno u otro y todas las metodologías se dividen en diferentes fases. En cada una de estas fases se determina que se realiza en cada una de ellas, de igual manera se establecen los resultados que se llegan a obtener. En comparación de todas las metodologías se nombra algunas fases comunes para obtener resultados comunes en cada uno de los proyectos en los que se esté enfocado.

Dentro de la fase de planificación en la metodología, se realiza la distribución del tiempo y de todos los recursos que son necesarios para el cumplimiento del proyecto, dicha distribución del tiempo se realiza de una manera completa o en diferentes planificaciones divididas. Al empezar con las fases de planificación, se intenta conseguir en todo momento la mayor precisión en las estimaciones, de esta manera se minimiza los riesgos que llegaría a tener el proyecto.

Es importante minimizar los riesgos del proyecto, pero de igual manera es importante saber cuáles son dichos riesgos, en aplicaciones móviles según Vique, R. R. (2019), hay que tener en cuenta los siguientes riesgos:

- Dificultades por el desconocimiento de la tecnología. Suele tratarse de tecnologías nuevas, en ocasiones desconocidas para los desarrolladores. Eso repercute en el tiempo de aprendizaje y ocasiona desviaciones por contratiempos no conocidos.
- Disponer de dispositivos reales. Para poder realizar un buen proyecto de desarrollo de aplicaciones móviles, es necesario poder probarlo en dispositivos reales. Para ello, se planifica una fase de pruebas reales.

- *Time to market.* A la hora de planificar hay que tener muy en cuenta el que suele tardar una idea en llegar al mercado e intentar reducirlo al máximo, pues la competencia es muy grande.
- Prototipado. Es importante planificar cuando se va a conseguir el primer prototipo (y, tal vez, la primera salida en beta), pues el prototipado rápido es muy útil para este tipo de aplicaciones. (p, 43).

La importancia de conocer estos riesgos que llegarían a darse en el proyecto es porque de esta manera son evitados y así el proyecto llegue a tener éxito. Todos estos riesgos de cierta forma son básicos entonces evitar cometerlos en conclusión son fácil.

En todo proyecto, que se trate de desarrollo software la toma de requisitos es necesario para conocer todos los requisitos, tanto los requisitos funcionales como no funcionales. Dentro de estos requisitos según Vique, R. R. (2019), en cuanto a los requerimientos no funcionales, se tiene muy presente aspectos relacionados con el uso como, por ejemplo:

- ¿Quién va a ser nuestro usuario? ¿En qué momento va a utilizar nuestra aplicación?
- ¿Qué requerimientos mínimos de hardware son necesarios?
- ¿Necesitamos gestionar el modo "en línea" y "fuera de línea"?
- ¿Deben existir datos de terceros? (desde un mapa, hasta datos del propio dispositivo) (p, 44).

Después de obtener los requisitos necesarios, es de gran importancia que se dedique tiempo a ordenarlos todos y esto ayuda en el momento de tomar decisiones.

El objetivo primordial dentro de esta fase es el establecer un plan de dispositivos o en inglés *device plan*.

Un plan de dispositivos o *device plan* es prácticamente una lista ordenada de todos los dispositivos o conjunto de dispositivos, en los cuales, se quiere que soporte el proyecto.

Al momento de la elaboración del plan de dispositivos según Vique, R. R. (2019), “se agrupan los dispositivos cuyo desarrollo ataca conjuntamente (por ejemplo, todos los que tengan Android 2.1 o superior o todos los que tengan GPS).” (p, 44). Después de realizada la agrupación se asigna un valor de negocio a cada una de las clases de dispositivos enlistados, de igual manera el costo relacionado con el desarrollo de la aplicación en cada uno de los grupos. Una vez realizado todo esto se obtiene los beneficios que se esperan en cada clase, a continuación, se muestra un ejemplo:

Tabla 1. Beneficios de la aplicación según los dispositivos

	Coste estimado	Ingresos estimados	Beneficios previos
Dispositivos de clase A	1	5	4
Dispositivos de clase B	2	4	2
Dispositivos de clase C	3	3	0
Dispositivos de clase D	4	2	-2
Dispositivos de clase E	5	1	-4

Fuente: tomado a partir de Vique, R. R. (2019)

Una vez observado este ejemplo sobre la estimación de los costos y sus beneficios evidencian los requisitos que tiene este proyecto. El dispositivo más básico en el que funciona la aplicación es en aquel que posea el sistema operativo Android 5.0 (lollipop), y su función es válida en cada uno de los dispositivos que posean un sistema operativo más actual que este. En cuanto a estimación de costo beneficio se refiere en este proyecto, se encuentran nivelados todos los costos, la razón de esto es porque al ser esta aplicación lo más optimizada posible para que funcione en casi cualquier dispositivo sus costos son mínimos y en comparación con los costos sus beneficios son mayores porque al no necesitar mayores prestaciones o características especiales, se tiene sus beneficios en cualquier dispositivo que posea un sistema Android 5.0 o superior.

Cuando se tiene una aplicación ya sea móvil o no, existen una variedad de arquitecturas que se eligen. Si se trata de una aplicación móvil estas arquitecturas son muchas más. Al considerar que tan grande es el proyecto se realiza prototipos para una mejor definición sobre cuál sería la arquitectura correcta para el proyecto. Las arquitecturas son importantes para el desarrollo del proyecto, según Vique, R. R. (2019), seleccionar una arquitectura nos ayuda al momento de escoger el tipo de aplicación que se va a desarrollar.

Con esto, se concluye si fuese mejor para el proyecto el desarrollo de una aplicación móvil o una aplicación web según cuál de las opciones lograría cumplir la mayoría de los objetivos del proyecto. A continuación, se describen algunas arquitecturas para aplicaciones móviles:

Aplicación “fuera de línea” según Vique, R. R. (2019):

Las aplicaciones "fuera de línea" son aplicaciones que, una vez descargadas, no requieren en absoluto de conexión (a excepción de las actualizaciones) para poder funcionar. Estas aplicaciones solo necesitan desarrollar la aplicación del dispositivo móvil (no son necesarios más componentes) (p, 45).

Este tipo de arquitectura tienen una ventaja, la cual, es que utiliza la aplicación sin ningún tipo de conexión ya sea con el servidor de esta o con internet. Esta arquitectura, se utiliza para aplicaciones a las que cuando son instaladas ya se les pierde el rastro. Ejemplos de aplicaciones "fuera de línea":

- Juegos que no necesitan el uso de un servidor ni actualizaciones para funcionar y que no comparten ningún tipo de información.
- Aplicaciones de productividad (como el gestor de tareas o las alarmas).

Aplicación totalmente “en línea” según Vique, R. R. (2019), “las aplicaciones totalmente "en línea" son aplicaciones que no funcionan sin conexión a Internet. Estas arquitecturas requieren, sin lugar a duda, de una parte, de servidor, y están pensadas para mantener una comunicación constante con dicha parte servidora.” (p, 46). Su gran desventaja es que la aplicación no sería utilizada sin conexión, siempre está en constante comunicación con el servidor.

Ejemplos de aplicaciones totalmente "en línea":

- Todas las aplicaciones que se utilizan en el móvil mediante el navegador web correspondiente (redes sociales, accesos a *webmails*, etc.).
- Aplicaciones web móviles nativas, que son aplicaciones web, pero tienen apariencia y características de una aplicación nativa.
- Aplicaciones nativas que requieren de la conexión para que sean autenticados o para obtener los datos.
- Aplicaciones de redes sociales o de tiempo real en las que la conexión es prácticamente imprescindible para tener la información actualizada.
- Cualquier tipo de chat, aplicación de llamadas o videoconferencias.

Aplicaciones de sincronización, según Vique, R. R. (2019):

Las aplicaciones de sincronización son aplicaciones que funcionan en ambos modos, "en línea" y "fuera de línea", y permiten realizar las mismas acciones o acciones muy parecidas en ambos casos. La aplicación sincroniza los datos de la situación "fuera de línea" cuando se encuentre "en línea" y gestionar los posibles conflictos. Esto supone un beneficio para el usuario, puesto que le permite trabajar en cualquier lugar y tener la información lo más actualizada posible. (p, 46).

La sincronización es en un servidor propio o se realiza en la nube. Los tipos de sincronización que existen según Fiaviniegra J. (2020) son, unidireccional, que son los

que guardan su información en un servidor externo y solo se realiza su lectura y el otro tipo es la bidireccional, en esta es modificada por el cliente como por el servidor y para realizarla se comunica el servidor y el cliente.

Aplicaciones para la comunicación entre dispositivos, según Vique, R. R. (2019), “Las aplicaciones para la comunicación entre dispositivos son aplicaciones que interconectan dos (unicast) o más (multicast) dispositivos e intercambian información.” (p, 47). Este tipo requiere desarrollar la parte de cliente, la comunicación y la recepción de la información, al igual que la fase de búsqueda y enlace entre dispositivos. Suelen utilizar WPAN, como Bluetooth o NFC.

Ejemplos de aplicaciones para la comunicación entre dispositivos:

- Aplicaciones de intercambio de contactos
- Juegos entre dos o varios jugadores

### **1.1.2. Sistemas Operativos**

Como ya se nombró anteriormente existen las aplicaciones nativas, las cuales, son las que se desarrollan de manera específica para cierto sistema operativo, también, llamado Software Development Kit SDK. Estas plataformas que son, Android, iOS o Windows Phone, según Avila Cruz, H. C., & Cortes Diaz, J. C. (2016):

tienen un sistema diferente, por lo que si se quiere que la app esté disponible en todas las plataformas es necesario crear varias apps con el lenguaje del sistema operativo (S.O.) seleccionado:

- Las apps para iOS se desarrollan con lenguaje Objective-C o Swift.
- Las apps para Android se desarrollan con lenguaje Java.
- Las apps en Windows Phone se desarrollan en .Net. (p, 14).

Actualmente existen una gran variedad de sistemas operativos, algunos tienen mucha más acogida que otros. Al momento de desarrollar una aplicación aquellos que tienen

más acogida son la mejor opción para crear la aplicación móvil, a continuación, se detallan algunos de los sistemas operativos según Avila Cruz, H. C., & Cortes Diaz, J. C. (2016):

- Android: el sistema operativo de Google es el líder absoluto del mercado en todo el mundo, excepto quizás en Estados Unidos, donde Apple todavía tiene una gran presencia. Más del 80% de usuarios de dispositivos móviles usa Android.
- iOS: subcampeón en el top de sistemas operativos más utilizados, Apple sigue a Android, y lidera con el iPad el mercado de las tablets.
- Windows Phone: es el S.O. de Microsoft que, también, ha querido lanzarse al mundo mobile con sus dispositivos móviles. Es el tercer sistema más utilizado, pero con una cuota muy baja.
- BlackBerry: con Blackberry ocurre lo mismo, aunque el sistema operativo de esta marca sigue con sus últimos coletazos en ciertos países.
- Symbian, Ubuntu Touch y Firefox OS: estos sistemas operativos menores son objeto de unos pocos desarrolladores de apps especializados. Pero siempre tiene que haber algún desarrollador Symbian, Ubuntu o Firefox para desarrollar esas grandes apps como la de Facebook o la de Whatsapp. (p, 14).

Una vez detallado cada sistema operativo, se toma la decisión que la mejor opción para desarrollar una aplicación sería en Android y en iOS, de estas dos opciones la mejor elección para desarrollar la aplicación en este proyecto es en Android. Esto porque la mayoría de las personas ocupa este sistema operativo y la facilidad de subir aplicaciones gratuitamente.

La herramienta seleccionada para desarrollar el proyecto es *Android Studio*, la cual, tiene como lenguaje nativo de programación *Kotlin*. Al ser un lenguaje un tanto complicado, al momento de instalar la herramienta, también, se realizó la instalación e implementación de Java y de este modo utilizar este lenguaje, el cual, es mucho más

intuitivo y se tiene más conocimiento para que el proyecto se haga sin ningún tipo de problemas durante la programación. Entonces, se afirma que este proyecto es desarrollado para el sistema operativo Android, en la herramienta *Android Studio* y es programado con el lenguaje Java.

## **1.2. Fertilizantes y los factores que lo componen**

Los fertilizantes son parte fundamental al momento de lograr conseguir un buen cultivo. Estos ayudan al suelo a recuperar los nutrientes perdidos y a mantener los nutrientes necesarios según el tipo de cultivo que se vaya a realizar, según Rodríguez, S. F. (1982), “los laboratorios de análisis de suelos expresan normalmente la riqueza en los distintos elementos, también, en ppm o partes por millón.” (p, 1). Esto es importante para saber los nutrientes del suelo y saber cuántos gramos, mililitros u otra medida necesita de fertilizante.

### **1.2.1. Requerimientos Nutricionales**

Uno de los factores más importante dentro de los nutrientes del suelo es el agua gracias a que juega un rol central en el manejo de dichos nutrientes, actúa como un solvente y se encarga de mover los nutrientes en la zona radicular y por debajo ella. Es por esta razón que los programas de irrigación y fertilización están directamente relacionados. Esto quiere decir, que se requiere un excelente manejo de un programa para obtener un manejo apropiado del otro.

Dentro de los nutrientes más importantes, se encuentran el nitrógeno (N) y el potasio (K), los cuales, poseen un alto potencial de lixiviación (proceso, por el cual, un disolvente líquido logra entrar en contacto con un sólido, que se encuentra pulverizado produciéndose de esta manera la disolución de uno de los componentes que posee dicho sólido), especialmente en suelos arenosos; por lo tanto, según Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007):

la sobre irrigación ocasiona el movimiento de estos elementos fuera de la zona radicular. Esto a su vez, como en el caso del N, resulta en la contaminación de aguas subterráneas. El objetivo del manejo de agua es mantener el agua de riego en la zona radicular donde la planta lo aprovecha. (p, 4).

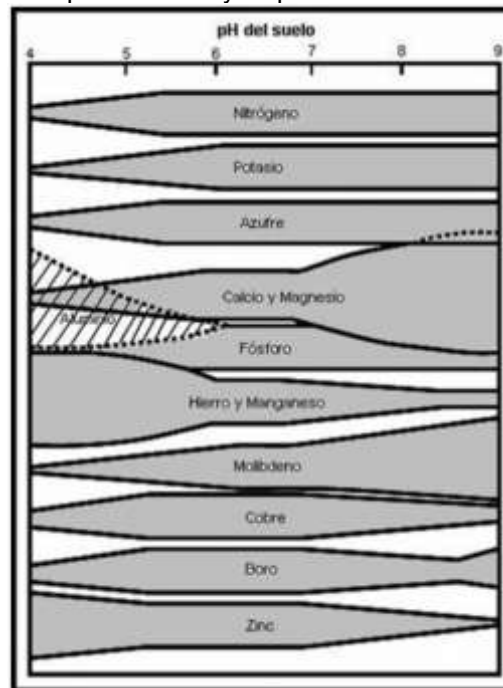
Por esto, los productores tendrían conocimiento de la zona radicular de cada cultivo y de esta manera que tanto el agua como el fertilizante, se manejen de manera que se mantenga en la zona radicular durante todo el periodo de cultivo.

Otro de los factores fundamentales es el pH del suelo porque este mide la concentración del hidrogeno ( $H^+$ ) que existe en el suelo, y esto ayuda a definir la acidez o alcalinidad de los suelos.  $pH = -\log [H^+] = \log 1/[H^+]$  Mediante el pH del suelo, se define que los suelos extremadamente ácidos tienen  $pH < 4.5$ , los suelos neutros tienen un pH de 6.6 - 7.4 y los suelos altamente alcalinos tienen un  $pH > 8.5$ . En general según Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007):

en suelos ácidos hay mayor número de iones de  $H^+$  mientras que en suelos alcalinos hay un mayor número de iones de  $OH^-$ , por lo tanto, se espera que en suelos neutros haya un equilibrio entre  $H^+$  y  $OH^-$ . (p, 4)

Con esto, se interpreta que el pH ejerce un efecto sobre la disponibilidad de nutrientes y, también, tiene impacto en cuanto a la solubilidad de diferentes compuestos. La mayoría de los elementos cambian su forma por las reacciones químicas que pasan en el suelo, según estas reacciones las plantas absorben o no los nutrientes, de igual manera afecta la forma en la que se encuentren estos nutrientes. Muchos de los nutrientes se encuentran en general disponibles adecuadamente dentro del valor neutro de pH 7, como se observa dentro de la figura 2.

Figura 2. Relación entre pH del suelo y disponibilidad de nutrientes para la planta.



Fuente: tomado a partir de Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007)

Los elementos principales que contiene el suelo son los macronutrientes y los micronutrientes. A continuación, se define y se explica sobre los macronutrientes que, según Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007), “son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1% a 6% del peso seco; 1% = 1 g / 100 g de peso seco)”. (p, 1). Por este motivo, se comprueba que el nivel de macronutrientes que posee el suelo son los correctos, para que de esta manera el suelo tenga los nutrientes necesarios para no llegar a perder su fertilidad.

El fósforo es uno de los macronutrientes con menos disponibilidad en el suelo, según Castillo et al. (2011), “particularmente en regiones tropicales donde la química del suelo difiere de suelos de climas templados, y su concentración en la planta está por debajo del resto de los macronutrientes.” (p, 70). Entonces con esto, se declara que la concentración del fósforo en el suelo depende de las condiciones climáticas de la región, así en algunos suelos existe mayor concentración que en otros.

El fósforo es uno de los nutrientes más importantes, porque llegaría a afectar significativamente tanto el crecimiento como el metabolismo de la planta. La necesidad de fósforo para los cultivos no es tan grande como el de N y K, por lo que según Castillo et al. (2011), los síntomas de deficiencia son raros.” (p, 70). Esto asegura que la falta de fósforo no causaría un daño muy grande a los cultivos, puesto que no son tan necesarios en dichos cultivos.

Existen muchos más macronutrientes y se los requiere en diferente cantidad y esto se nota con un ejemplo, según Castillo et al. (2011), “los requerimientos de Mg para el crecimiento de los cultivos son más pequeños que los de Ca.” (p, 71). La necesidad de cada nutriente en cada cultivo depende del tipo de cultivo y de varios factores más. Entonces en algunos cultivos, se necesita más o menos cantidad de nutrientes que en otro tipo de cultivo. En el siguiente cuadro, se detallan los macronutrientes y sus características.

Cuadro 1. Macronutrientes

Macronutrientes				
Nutrientes	Función	Carencia	Sinergismo	Antagonismo
Nitrógeno N	Favorece el crecimiento vegetativo, produce ese aspecto de succulencia y esa tonalidad verde a las hojas.	Retarda la maduración de la planta y la debilita exponiéndolas a enfermedades. Provoca un color verde pálido en las hojas.	El nitrógeno N, favorece la absorción del magnesio Mg y el potasio K.	El nitrógeno N, en cantidades grandes impide una correcta asimilación del potasio K en la planta.
Fosforo P	Contribuye al desarrollo de la raíz y las plántulas. Eficiencia del uso del agua y resistencia a algunas enfermedades	Hojas color verde pálido, bordes secos. Floración baja y poco desarrollo de la raíz.	El fosforo P, favorece la absorción del magnesio Mg.	El fosforo P, inhibe la absorción de potasio K, calcio Ca, hierro Fe y el Zinc Zn.
Potasio K	Es importante en la fotosíntesis y activación enzimática, síntesis de proteínas y carbohidratos.	En carencia reduce la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta. Se expone a enfermedades.	El potasio K, favorece la absorción de hierro Fe y magnesio Mg.	El potasio K, inhibe la absorción de magnesio Mg y boro B.
Azufre S	Forma parte de algunos aminoácidos y vitaminas. Es un contribuyente de distintas enzimas. Actúa en la formación de clorofila.	Disminución de la fijación de nitrógeno atmosférico que realizan las bacterias. Alteración de procesos metabólicos y la síntesis de proteínas.	El azufre S, favorece la absorción del nitrógeno N.	El azufre S, inhibe la absorción de cobre Cu.
Calcio Ca	Estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas. Es requerido en grandes cantidades por las bacterias. Fijadoras de nitrógeno.	Hojas pequeñas y deformadas con manchas cloróticas. Crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta.	No presenta Sinergismo.	El calcio Ca, inhibe la absorción de magnesio Mg, hierro Fe, Fosforo P, Potasio K, manganeso Mn y zinc Zn.
Magnesio Mg	En la fotosíntesis es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde.	La coloración de las hojas cambia a ser rojizas y con manchas amarillas. Afecta a las hojas jóvenes. La planta termina por perder las hojas.	El magnesio Mg, favorece la absorción de boro B y fosforo P.	No presenta Antagonismo.

Fuente: tomado a partir de Polo, L. A. T., Arroyo, E., & Vegetal, F. (2016)

Como ya se mencionó anteriormente tanto los macronutrientes y micronutrientes son los elementos principales que contiene el suelo en correcto estado. Para diferenciarlas según Polo, L. A. T., Arroyo, E., & Vegetal, F. (2016):

Los micronutrientes tienen dos características generales que los diferencian de los macronutrientes:

- El orden de magnitud de las concentraciones de micronutrientes en los tejidos vegetales es significativamente inferior a los de los macronutrientes.
- Los micronutrientes no participan en procesos que dependen de concentración, como los osmóticos, pH, antagonismo catiónico. Una excepción es el cloro que tiene un papel osmótico. Tampoco suelen desempeñar funciones estructurales, a excepción del boro en la pared celular. (p, 3)

Con esto, se declara que los micronutrientes si bien son importantes para el suelo no se encuentran en grandes cantidades, según Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007) “los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg /kg de peso seco)” (p, 1). Además, no son parte de la formación de tejidos ni de la construcción de las estructuras de las plantas a excepción de los nombrados en la cita.

Los micronutrientes, también, presentan problemas de déficit, según Ulloa Guitián, M., Abreu, C. A., & Paz González, A. (2001),

tienden a agravarse debido, entre otros, a los siguientes factores: (a) existencia de suelos con niveles bajos de micronutrientes, debido a la composición de la roca; (b) agotamiento de micronutrientes en suelos fértiles, acelerado por el aumento de la productividad; (c) práctica de encalado, que reduce la disponibilidad de todos los microelementos, excepto Mo; (d) prácticas de encalado deficientes, por ejemplo, se aplica en la capa de 0-10 cm de profundidad, cantidades recomendadas para la de 0-20 cm. (p, 245)

Con esto, se declara de qué manera se tiene la pérdida de micronutriente y lo que esto causaría al suelo. En el siguiente cuadro, se detallan los micronutrientes y sus características.

Cuadro 2. Micronutrientes

<b>Micronutrientes</b>				
<b>Nutrientes</b>	<b>Función</b>	<b>Carencia</b>	<b>Sinergismo</b>	<b>Antagonismo</b>
Manganeso Mn	Contribuyen al funcionamiento de procesos como la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. Actúa en la germinación del polen.	La carencia de Manganeso Mn, produce clorosis intervenla (hojas amarillas con venas verdes) en las hojas jóvenes. Retraso del crecimiento de la planta.	No presenta Sinergismo.	El manganeso Mn, inhibe la absorción de hierro Fe.
Hierro Fe	Es un constituyente de varias enzimas y algunos pigmentos: ayuda a reducir los nitratos y sulfatos y a la producción de energía dentro de la planta.	La deficiencia de hierro se expresa como una clorosis intravenosa en las hojas nuevas.	No presenta Sinergismo.	El hierro Fe, inhibe la absorción de Fosforo P, cobre Cu y Manganeso Mn.
Zinc Zn	Activa las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas. Es utilizado en la formación de clorofila y algunos carbohidratos.	Clorosis (a menudo intervenal) en las hojas nuevas: presentan manchas necróticas en las orillas. Hojas torcidas hacia arriba o deformes.	No presenta Sinergismo.	El Zinc Zn, inhibe la absorción de Hierro Fe, cobre Cu y Manganeso Mn.
Cobre Cu	Activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. Necesario para la fotosíntesis y la respiración vegetal.	El cobre es inmóvil, es decir, los síntomas de su deficiencia se presentan en las hojas nuevas. Hojas pequeñas, sin brillo y en algunos casos se marchitan.	No presenta Sinergismo.	El cobre Cu, inhibe la absorción de Hierro Fe y Manganeso Mn.
Boro B	El boro se usa con calcio en la síntesis de las paredes celulares y es esencial para la división celular. Ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas.	La deficiencia de boro se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces y follaje y, también, en estructuras de florecimiento y de fructificación.	El boro B. favorece la absorción de magnesio Mg.	No presenta Antagonismo.
Molibdeno Mo	Componente esencial en dos enzimas que convierten el nitrato en nitrito (una forma tóxica del nitrógeno) y luego a	Como el molibdeno está estrechamente vinculado al nitrógeno, su deficiencia se asemeja mucho a la deficiencia de	No presenta Sinergismo.	El Molibdeno Mo, inhibe la absorción de magnesio Mg y Hierro Fe.

	amoníaco, antes de usarlo para sintetizar aminoácidos dentro de la planta. Además, lo necesitan las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno.	nitrógeno. Es el único micronutriente móvil de manera que sus síntomas de deficiencia se manifiestan en las hojas intermedias y en las más viejas.		
--	---	--	--	--

Fuente: tomado a partir de Polo, L. A. T., Arroyo, E., & Vegetal, F. (2016)

Para llegar a tener un suelo con todos los nutrientes necesarios en cada uno de los tipos de cultivo es indispensable el conocimiento sobre absorción y la extracción que cada uno de estos cultivos posee. El conocimiento de toda esta información es de gran importancia al momento de realizar la planificación del esquema sobre la toma de decisiones y de la fertilización de cada tipo de cultivo. Una vez, que se evalúan todos los requerimientos necesarios en los cultivos existe un concepto que se tiene en cuenta y que, según Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007), “es la diferencia terminológica que se presenta entre las palabras, “absorción” y “extracción” de los cultivos.” (p, 1). Una vez dicho esto, se entiende que absorción es prácticamente la cantidad total de nutrientes que son absorbidos en el ciclo de desarrollo por el cultivo. Después, extracción se define como la cantidad total de nutrientes que se encuentran en los órganos cosechados como, por ejemplo, granos, forraje, entre otros.

Entonces con estos conceptos existe una diferencia significativa dentro de algunas recomendaciones en la fertilización y todo esto bajo lo que es reposición, según Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007), “la reposición al utilizar la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presente en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables.” (p, 1). Entonces con esto se analiza los nutrientes que toma el cultivo y los procesa hacia sus órganos.

Por cada cultivo varía mucho cuáles son los requerimientos que necesitan para que obtengan un buen nivel de producción, entre ellos la cantidad de fertilizante, tecnología para el control y manejo de cultivos, suelo, clima y ambiente. Todos los cultivos tienen

diferentes necesidades entonces, a continuación, se detallan algunas de las necesidades de algunos tipos de cultivos.

El primer grupo de tipo de cultivos, que se presenta es el de las hortalizas, a este tipo de cultivo pertenecen, según Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007), “los cultivos de arveja, guisantes, tomate, pepino, pimiento, choclo, zapallito, zapallo, calabaza, col, lechuga, apio, brócoli, coliflor, repollo, espinaca, palmito, espárrago, alcachofa, cebolla, mandioca, remolacha, zanahoria, papa y batata” (p, 1). Después de esto, se presentar cuál es la absorción total y la extracción en los órganos cosechables de macronutrientes y nutrientes secundarios, además, la cantidad de nutrientes absorbidos y extraídos que están expresados en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable, se presentan en la figura 3.

Figura 3. Hortalizas

Cultivos	Nombre Científico	Órgano Cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	granos	56.0	6.0	25.0	2.6	6.9	1.7	15.0	2.0	7.0	-	-	-	1 y 5
Guisantes	<i>Pisum sativum</i> L.	granos	20.8	2.8	14.8	8.9	1.7	-	12.5	1.7	8.9	5.3	1.0	-	5
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	fruto	2.8	0.4	4.5	2.8	0.7	0.9	1.9	0.2	3.1	0.1	0.1	0.1	1, 3 y 15
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	fruto	4.0	0.7	5.3	2.0	1.1	-	1.5	0.5	3.5	-	-	-	1, 5 y 8
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> L.	fruto	3.7	0.5	3.8	1.2	0.7	-	2.4	0.3	2.3	0.3	0.2	-	1, 11 y 12
Choclo	<i>Zea mays</i> L.	marlo	10.4	1.3	9.5	2.1	1.2	0.7	6.9	1.0	2.0	-	-	-	1 y 5
Zapallito	<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>giromontina</i>	fruto	4.2	0.8	5.8	-	-	-	1	0.2	1.5	-	-	-	5
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i> Dutch.	fruto	4.2	0.3	4.8	-	-	-	1	0.2	1.5	-	-	-	1
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i> L.	fruto	4.0	0.6	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Col	<i>Brassica campestris</i> L.	hojas	4.2	0.7	5.0	0.9	0.5	0.8	3	0.4	2.6	-	0.5	-	1, 5 y 8
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	hojas	2.0	0.5	4.3	0.9	0.2	-	1.5	0.3	3.5	0.5	-	-	1 y 8
Apio	<i>Apium graveolens</i> L.	hojas	1.7	0.4	3.7	-	-	-	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	-	1 y 8
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	flores	3.4	0.8	3.5	-	-	-	2.1	0.6	1.6	-	-	-	1 y 7
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> L.	flores	4.7	0.8	6.5	3.5	0.4	1.2	3.0	0.6	3.0	-	-	-	1 y 5
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.	hojas	5.0	0.7	5.0	-	-	-	3.0	0.4	2.6	-	-	-	1 y 7
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i> L.	hojas	5.1	0.8	5.6	0.1	0.4	-	3.3	0.6	3.4	-	-	-	1 y 5
Palmito	<i>Chamaerops humilis</i> L.	brotos	12.0	1.0	10.0	-	-	-	1	0.2	1.4	-	-	-	1
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i> L.	brotos	19.3	2.9	17.9	10.0	0.9	-	9.6	1.6	8.5	-	-	-	1 y 5
Alcachofa	<i>Cynara scolymus</i> L.	brotos	8.0	2.0	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	bulbo	3.9	0.6	4.0	4.4	0.7	-	2.5	0.4	2.4	0.8	0.3	0.2	1 y 8
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Raíz	4.5	0.7	6.3	2.9	2.4	0.3	2.5	0.5	3.1	-	-	-	1 y 5
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> L.	Raíz	6.0	0.7	8.5	1.9	1.2	-	3.5	0.4	3.5	-	0.6	-	1 y 5
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	Raíz	4.0	0.8	6.0	-	-	-	2	0.4	4	-	-	-	1 y 5
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	tubérculo	5.5	0.9	8.2	1.4	0.8	0.7	3.5	0.7	5.4	0.1	-	-	1, 2, 10 y 15
Batata	<i>Ipomoea batatas</i> Lam.	tubérculo	5.0	0.8	7.0	0.3	0.3	0.1	3.0	0.5	5.0	-	-	-	1

Fuente: tomado a partir de Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007).

A continuación, se detalla los requerimientos de otro tipo de cultivo, los requerimientos de absorción total de macronutrientes y nutrientes secundarios de los cultivos frutales

y nueces. Dentro de este tipo de cultivo, se encuentran varios productos, según Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007), algunos de estos productos son, “almendro, ciruela, durazno, cereza, frutilla, damasco, membrillero, manzana, uva, pera, melón, kiwi, ananá, banana, palto, sandía, limón, mandarina, naranja, pomelo, pecán, macadamia, y nogal”. (p, 1). Estos cultivos al pertenecer a otra categoría poseen otras necesidades y se requiere diferentes cantidades de nutrientes. Dentro de la figura 4, se detalla la cantidad de nutrientes totales absorbidos y extraídos dentro de los órganos cosechables expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable ya sean fruto o nuez.

Figura 4. Frutales y nueces

Cultivos	Nombre Científico	Órgano cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Almendro	<i>Prunus dulcis</i> Mill. DA Webb	fruto	83.3	-	-	-	-	-	35.3	9.1	11.0	-	0.2	0.2	5
Ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	fruto	6.5	0.9	6.0	-	0.5	-	4.5	0.6	4.2	-	-	-	1 y 5
Durazno	<i>Prunus persica</i> L.	fruto	5.1	0.7	4.6	0.8	-	-	2.8	0.5	3.0	0.2	0.3	-	5
Cereza	<i>Prunus cerasus</i>	fruto	6.4	-	-	-	-	-	1.8	1.9	12.8	-	-	-	5
Frutilla	<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	fruto	10.2	2.5	12.7	-	-	-	2.9	0.5	3.2	-	-	-	5
Damasco	<i>Ameniaca vulgaris</i> Juss.	fruto	4.5	0.7	3.9	0.4	-	-	2.1	0.4	2.8	-	-	-	5
Membrillero	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	fruto	6.0	1.2	4.2	-	-	-	2.0	0.4	2.5	-	-	-	5 y 14
Manzana	<i>Malus pumila</i> Mill.	fruto	3.6	0.8	2.5	4.6	0.9	-	2.5	0.4	1.4	0.6	0.1	-	5 y 11
Uva	<i>Vitis vinifera</i> L.	fruto	6.9	1.0	8.0	5.8	1.0	-	4.4	0.7	5.0	2.7	0.7	-	1, 5 y 11
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	fruto	2.6	0.4	2.8	5.8	0.5	-	1.7	0.3	2.4	0.3	0.2	-	5 y 11
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	fruto	4.0	0.6	5.5	3.3	0.7	-	2.5	0.3	3.5	-	-	-	1 y 5
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i> Chev.	fruto	6.5	-	-	-	-	-	4.7	0.6	6.6	6.5	1.1	0.8	5
Ananá	<i>Ananas comosus</i> L.	fruto	4.0	0.9	9.8	-	1.6	0.4	1.0	0.4	4.5	-	-	-	1 y 9
Banana	<i>Musa</i> spp.	fruto	8.4	1.1	8.3	4.0	1.5	0.7	2.0	0.4	6.0	1.0	-	-	1 y 5
Palto	<i>Persea americana</i> Miller	fruto	11.0	2.0	20.0	0.2	0.8	0.8	2.8	0.4	4.5	0.1	0.2	0.3	5 y 13
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thumb.	fruto	2.0	0.3	3.0	-	-	-	1.0	0.2	1.0	-	-	-	1 y 5
Limón	<i>Citrus limon</i> L. Burm.	fruto	6.3	0.7	4.4	-	-	-	1.6	0.2	1.7	0.7	0.2	0.1	5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	fruto	4.4	0.4	4.5	-	0.6	0.5	1.5	0.2	2.0	0.7	0.2	0.1	5
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	fruto	5.7	0.7	5.3	-	0.7	0.8	2.0	0.3	2.6	1.0	0.4	0.5	1, 5 y 9
Pomelo	<i>Citrus grandis</i> L. Osbeck	fruto	2.5	0.4	4.3	-	-	-	1.1	0.1	2.0	0.4	0.1	0.1	5
Pecán	<i>Carya illinoensis</i>	nueces	-	-	-	-	-	-	8.1	1.9	3.7	-	0.5	3.1	5
Macadamia	<i>Macadamia ternifolia</i>	nueces	6.0	0.7	-	3.4	0.6	-	4.1	0.4	3.3	1.2	-	-	5
Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	nueces	14.7	1.9	10.4	1.6	0.9	-	8.4	0.8	9.6	4.9	1.0	-	5 y 14

Fuente: tomado a partir de Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007).

Otro de los tipos de cultivo, que se encuentra es el de cultivos forrajeros, como ya se sabe este al ser otro tipo de cultivo diferente tiene otras necesidades muy diferentes a los demás tipos de cultivos, a este tipo de cultivo pertenecen según Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007), “alfalfa, trébol rojo, trébol blanco, trébol de cuernos, vicia, pasto ovillo, raigrás, cebadilla, poa, alpiste, sorgo forrajero, festuca y festuca alta” (p, 3). Con esto, se establece cuáles son los requerimientos de extracción total de macronutrientes y nutrientes secundarios en los órganos cosechables de los cultivos

clasificados como forrajeros. En la figura 5, se presenta la cantidad de nutrientes totales extraídos expresados en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable.

Figura 5. Cultivos Forrajeros

Cultivos	Nombre Científico	Órgano cosechable	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)						Fuente
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	27.0	2.8	21.0	12.0	2.8	3.8	4, 5 y 9
Trébol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	21.0	3.0	23.6	-	3.2	4.5	4, 5 y 9
Trébol Blanco	<i>Trifolium repens</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	30.0	3.3	20.0	-	-	3.0	5 y 6
Trébol de cuernos	<i>Lotus corniculatus</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	20.5	2.2	15.8	-	-	-	9
Vicia	<i>Vicia sativa</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	25.9	3.0	18.5	-	-	-	9
Pasto Ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	26.0	2.7	21.5	-	2.3	2.3	4, 5 y 11
Raigrás	<i>Lolium sp.</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	25.0	2.7	18.5	4.9	3.6	2.5	4, 5 y 9
Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	14.6	2.0	17.3	-	-	2.3	5 y 9
Poa	<i>Poa annua</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	13.6	2.4	17.3	-	1.6	2.3	9
Alpiste	<i>Phalaris arundinacea</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	12.7	1.9	16.6	-	-	-	9
Sorgo Forrajero	<i>Sorghum bicolor</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	10.6	2.8	12.7	-	2.1	2.6	4, 5 y 9
Gramilla	-	forraje	-	-	-	-	-	-	8.6	2.0	9.6	-	1.0	1.5	4 y 9
Festuca	<i>Festuca pratensis</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	16.8	2.4	20.3	-	1.7	2.6	5 y 9
Festuca Alta	<i>Festuca arundinacea</i>	forraje	-	-	-	-	-	-	25.0	3.0	26.0	5.6	2.5	2.5	4 y 9

Fuente: tomado a partir de Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007).

### 1.3. Influencia de una aplicación móvil en la fertilización

La tecnología cambia cada vez más y de una manera impresionante, gracias a la evolución de la tecnología, se facilita cada vez más procesos y de esta manera lograr un mejor resultado. Los campos a los que se aplica tecnología se han ampliado y hoy en día casi todo se mejora mediante tecnología. Siempre que se llega a aplicar en algún campo es por necesidades y las demandas que existen en ese campo, hoy en día, según Douglas et al. (2018):

el incremento de la demanda y la competitividad en el mercado ha encaminado a pequeños y grandes agricultores optar por mejorar la producción agrícola, la calidad de los productos, además, se considera que existen una serie de rezagos en la adecuación de tecnologías en pro de mejorar la producción agraria (p, 21).

Entonces la productividad agrícola mediante la correcta aplicación de tecnología mejora y de esta manera consigue mejores resultados, al igual que no se desperdicia los nutrientes del suelo. Estos nutrientes que posee el suelo con una correcta aplicación se logran transferir con éxito a las plantas y a los órganos de la cosecha.

### 1.3.1. Importancia de la agricultura

La agricultura en la sociedad es una actividad de mucha importancia, sin ella la mayoría de las personas no tendría ingresos y otra gran parte de la sociedad moriría de hambre. Por esta importancia es esencial que cada vez se mejore los procesos en la agricultura, esto se cumple mediante la implementación de tecnología como se explicó anteriormente. En este caso la tecnología a implementar es una aplicación móvil, este sería la tecnología que ayuda a la calidad de los cultivos. Ayuda gracias a que está aplicación móvil se trata sobre el correcto cálculo de fertilizantes según el tipo de cultivo y de los nutrientes que posee el suelo antes de realizar el cultivo.

Cuadro 3. Comparación de la Agricultura Tradicional vs. Agricultura de Precisión

Agricultura Tradicional	Agricultura de Precisión
<b>Aplicación de pesticidas</b>	
Trata todo el campo de cultivo como una superficie uniforme con necesidades similares	Gracias al tratamiento de imágenes aéreas, junto con técnicas de digitalización, GPS y GIS ( <i>Geographic Information System</i> ), se elabora un mapa del terreno con diferentes zonas detalladas, se prescribe la cantidad exacta de pesticida a aplicar en cada zona, según sus necesidades.

Fuente: tomado a partir de Rea-Sánchez et al. (2015).

La aplicación móvil para el correcto cálculo de fertilizantes, que se realiza en este proyecto ayuda en una manera positiva porque todos los requerimientos se logran optimizar, según Douglas et al. (2018):

el hecho de añadir agua y nutrientes a los cultivos depende de los requerimientos del suelo se ha convertido no solo en una opción sino en una necesidad, dado que permite no desperdiciar los insumos y mejorar la calidad de los productos, por ende, se hace uso de tecnologías para el cuidado y automatización de los cultivos. (p, 22).

Mediante la implementación de la aplicación móvil, se consigue todo lo dicho anteriormente, como es el hecho de no desperdiciar los requerimientos de los cultivos en este caso los fertilizantes y los nutrientes que posee el suelo inicialmente. Una vez se consiga esto, se logra mayor producción y calidad en los cultivos.

Esta aplicación tiene como intención equilibrar las funciones entre las personas y la naturaleza, según Douglas et al. (2018):

Las tecnologías del agro funcionalmente han sido creadas como herramienta mediadora que facilita las tareas entre el hombre y la naturaleza. El papel básico que cumple es la transformación de la naturaleza para beneficio de las personas que viven en el campo. (p, 25).

Como se dijo la aplicación móvil busca equilibrar las funciones entre las personas y la naturaleza, y como nombro la cita la transformación de la naturaleza mediante la tecnología beneficia a las personas que viven del campo. Además, de beneficiar a las personas agricultoras, también, beneficia a las demás personas porque así reciben mejores productos y de una mejor calidad.

Para lograr todos estos beneficios en la agricultura la aplicación móvil tiene en cuenta todos los requerimientos, variables y factores necesarios para tener un buen cultivo en todos los aspectos tanto en lograr obtener un buen producto como para mantener los nutrientes del suelo. Los nutrientes del suelo son muy importantes, estos y su correcto equilibrio son necesarios para mantener la fertilidad del suelo. Los nutrientes del suelo y su concentración se basan en el pH del suelo, según Douglas et al. (2018):

El pH del suelo es una medida sobre la acidez o alcalinidad del suelo. El índice varía de 0 a 14, con un nivel neutro en el 7. Desde el 0 al 7 son niveles ácidos y por encima de 7 son alcalinos. La mayor disponibilidad de nutrientes para casi todas las plantas se encuentra entre los niveles 6.5 y 7.5 y los niveles peligrosos fuera de este rango se encuentran por debajo de los 5 y mayores a 8. (p, 31)

Tabla 2. Interpretación del pH del suelo

pH	Categoría	Interpretación
< 5.0	<b>Extremadamente ácido</b>	Severa toxicidad por Al y quizá por Mn; Alta probabilidad de deficiencia de P, S, Mo y bases intercambiables; se esperan altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.0 – 5.5	<b>Fuertemente ácido</b>	Toxicidad moderada por Al y Mn; deficiencia de P, S, Mo y bases; altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.5 – 6.0	<b>Moderadamente ácido</b>	No se espera la toxicidad por Al; mayor disponibilidad de P, S, Mo y bases. Algunos cultivos susceptibles a la acidez del suelo requieren encalamiento.
6.0 – 6.5	<b>Ligeramente ácido</b>	Adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
6.5 – 7.3	<b>Neutro</b>	Altos niveles de Ca, Mg. Algunos cultivos muestran deficiencias de micronutrientes. La disponibilidad de P es baja.
7.4 – 8.0	<b>Alcalino</b>	Baja disponibilidad de P y micronutrientes. Altos niveles de Ca, Mg. El Na es un problema.
>8.0	<b>Muy alcalino</b>	Severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes. El nivel de Na es tóxico.

Fuente: tomado a partir de Osorio, N. W. (2012).

De esta manera estos valores indican la fertilidad del suelo, según el nivel en el que se encuentre el suelo tiene mayor cantidad de mantener sus nutrientes de igual manera si se encuentra en niveles desfavorables pierde rápidamente sus nutrientes. Entonces mediante el cálculo de la aplicación móvil se logra saber que nutrientes se aplican en mayor cantidad y de esta manera el suelo se encuentre en un nivel bueno de fertilidad.

Figura 6. Relación entre pH y pOH y la actividad de ambos iones en solución

pH	Actividad de H <sup>+</sup> (M)	pOH	Actividad de OH <sup>-</sup> (M)
0	1.0	14	0.00000000000001
1	0.1	13	0.0000000000001
2	0.01	12	0.000000000001
3	0.001	11	0.00000000001
4	0.0001	10	0.000000001
5	0.00001	9	0.00000001
6	0.000001	8	0.0000001
7	0.0000001	7	0.000001
8	0.00000001	6	0.00001
9	0.000000001	5	0.00001
10	0.0000000001	4	0.0001
11	0.00000000001	3	0.001
12	0.000000000001	2	0.01
13	0.0000000000001	1	0.1
14	0.00000000000001	0	1.0

Fuente: tomado a partir de Osorio, N. W. (2012).

Las plantas necesitan nutrientes así pertenezcan a cualquier tipo de cultivo, lo único que cambia es la cantidad de nutrientes que varía según el tipo de cultivo, para esto el suelo necesita tener la cantidad correcta de los nutrientes requeridos, según Douglas et al. (2018):

Para el correcto suministro de nutrientes en el suelo es un factor importante para la búsqueda de una alta productividad en diversidad de producciones agrícolas, aún más si los cultivos están en suelos que cuentan con una gran capacidad natural para suministrarlos. (p, 33).

Mediante el correcto cálculo de nutrientes obtenido por la aplicación móvil, se logra tener un suelo que brinde los nutrientes correctos para cada tipo de cultivo. De esta manera las plantas logran absorber todos los nutrientes que necesita sin acabarlos.

### **1.3.2. Aplicaciones similares**

Como poco a poco la tecnología se implementa dentro del campo de la agricultura existen varios proyectos o aplicaciones dedicados a mejorar la producción y la aplicación de nutrientes en el suelo. Algunos de esos proyectos o aplicaciones se relacionan a la aplicación desarrollada en este proyecto, su relación es en su objetivo de mejorar la producción y lograr una agricultura más precisa. A continuación, se describen y se presentan algunos de estos proyectos.

Uno de los proyectos se trata sobre un sistema para la automatización de algunos procesos en la agricultura, según Douglas et al. (2018), este proyecto es

un sistema totalmente automatizado en los aspectos de riego, fertilización y fumigado para un cultivo de habichuelas, donde se utilizó sistemas de medición de temperatura y humedad relativa para garantizar que el cultivo se encuentre siempre en óptimas condiciones. (p, 17).

Si bien, se trata de mejorar los procesos en la agricultura no se parece al proyecto desarrollado en este documento porque este proyecto es un sistema y no una

aplicación móvil. Este sistema aplica IOT, esto quiere decir que implementa varios sensores para la recolección de datos y para lograr la automatización de los procesos.

Figura 7. IOT en la agricultura



Fuente: tomado a partir de Douglas et al. (2018).

Ahora, se menciona otro proyecto, en este si se realiza una aplicación, pero se trata de una aplicación web. Otra diferencia entre los proyectos es que uno se trata de una aplicación web y el otro de una aplicación móvil. De igual manera se enfoca en mejorar los cultivos y todos sus procesos, según Enrech, S. (2013), este proyecto es una:

aplicación web para la gestión y el control de cultivos frutales. Una herramienta que permita gestionar todos los aspectos productivos y controlar en la medida de lo posible los aspectos externos que afectan directamente a la productividad de los árboles. (p, 15).

Como se observa esta aplicación se concentra en mejorar los cultivos de árboles o plantas frutales. Se relaciona con este proyecto porque con esta aplicación web se controla todo en los cultivos y los usuarios eligen o ingresan las variedades de frutas que se cultiva. Este proceso es parecido en este proyecto, la diferencia es que en esta aplicación se configura la selección o ingreso de todo tipo de cultivo y no solo los frutales.

Al igual que los demás proyectos este proporciona una solución tecnológica a la agricultura, según Sulca Martinez, C. L. (2016), “este proyecto pretende aportar con

una nueva herramienta tecnológica para seguir en este camino de competitividad y mejora, se desarrolla una aplicación para dispositivos móviles que mejore el control, nivel de conocimiento y producción en el sector agrícola.” (p, 2). Esta aplicación busca mejorar los cultivos, pero es diferente al proyecto de este documento porque en esta aplicación móvil solo se trabaja o se trata los aspectos de plagas, enfermedades e incidencias que existen en el cultivo. En esta aplicación no se trata sobre los fertilizantes ni los nutrientes del suelo.

Figura 8. Aplicación Móvil Android AGRO-CISC



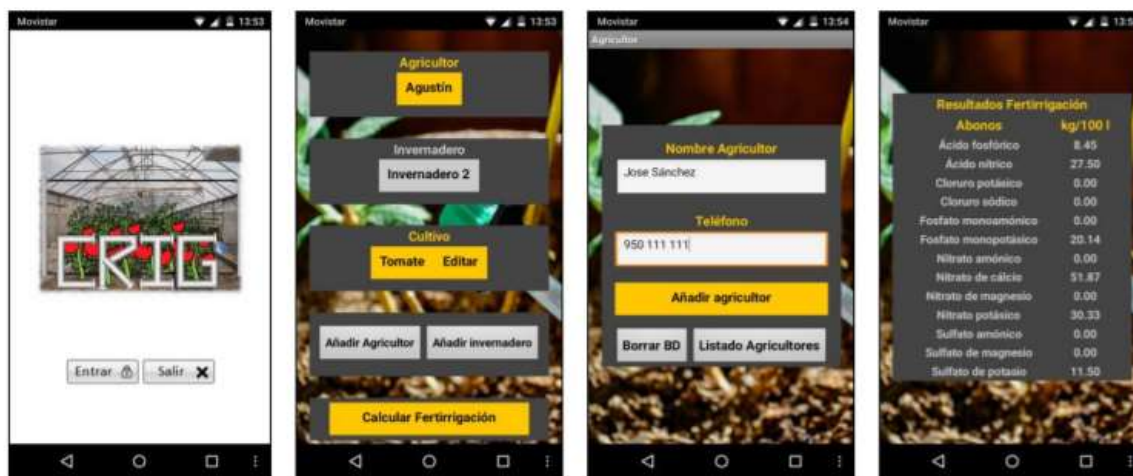
Fuente: tomado a partir de Sulca Martinez, C. L. (2016).

El siguiente proyecto es uno de los más parecidos al de este documento, en la siguiente cita, se describe lo que es y que hace esta aplicación móvil. Este proyecto según Berenguel Soria M. (2016), es una

aplicación móvil que ayude a realizar el cálculo del aporte de fertilizantes y riego para todos los cultivos en diferentes sistemas de cultivo. Este sistema permite a técnicos, agricultores y estudiantes aprovechar mejor los recursos existentes para una aplicación adecuada de nutrientes y agua. (p, 1).

Esta aplicación móvil realiza casi todo lo que la de este proyecto requiere. Algunas cosas distintas o que se aumentan son que se toma en cuenta los tipos de cultivo que se realizan aquí en el territorio ecuatoriano. Otra diferencia sería que la aplicación móvil desarrollada en este documento no abarca el riego de los cultivos solo se concentra en el cálculo correcto de fertilizante necesario para los mismos.

Figura 9. Capturas de pantalla aplicación CRIG



a. Pantalla principal    b. Selección datos    c. Añadir agricultor    d. Resultados cálculo

Fuente: tomado a partir de Berenguel Soria, M. (2016).

## **CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.1. Caracterización del MAG**

Los productos, que se obtienen de la agricultura son muy importantes, tanto para los consumidores como para la economía de los productores de cada cultivo. La aplicación móvil que se desarrolla en este proyecto se centra en el correcto cálculo de fertilizantes que se utilizan en cada tipo de cultivo, así se mejoraría los productos y la calidad de estos, tal como se solicita en el oficio indicado en el anexo 1. Este proyecto, se realiza con la contribución del MAG. El MAG como sus siglas en español lo indican es el encargado de la Agricultura, ganadería del pueblo ecuatoriano, evalúa la gestión de la producción agrícola, ganadera, acuícola y pesquera del país como su misión lo indica promueve a los pequeños productores e incentivan esta actividad.

Uno de los objetivos primordiales de dicha dependencia es mejorar la calidad de vida de los agricultores y comunidades rurales al vincularlos al mercado nacional e internacional. Todo lo correspondiente al MAG ya sea su objetivo y sus reglamentos son representados dentro de algunos artículos, según DEL AGRO–AGROCALIDAD, C. A. L. I. D. A. D. (2015):

Art. 1.- Objetivo.- Establecer y promover principios, valores, responsabilidades y compromisos éticos, como parte de la cultura institucional que coadyuve al desarrollo adecuado de las actividades de los/las servidores/as y trabajadores/as públicos/as del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, para alcanzar los objetivos institucionales, prestar servicios de calidad a los usuarios internos y externos, contribuir a un adecuado ambiente laboral, ser responsable con el medio ambiente; y, fomentar el buen uso de los recursos de la institución de acuerdo a la Constitución, las leyes y normas vigentes.

Art. 2.- Ámbito de aplicación. - El presente Código de Ética Institucional, es de aplicación obligatoria de todos/as los/as servidores/as, trabajadores/as bajo cualquier modalidad de prestación de servicios o

que ejerzan cargo, función o dignidad en el Ministerio de Agricultura y Ganadería a nivel nacional.

Con la explicación de los presentes artículos ayuda a comprender cuál es el objetivo y la aplicación que tiene en general el MAG. El objetivo primordial es establecer principios y valores a los funcionarios para de esta manera lograr obtener un servicio de calidad tanto a lo que se refiere a los internos con los funcionarios que forman parte del ministerio como externos que hace referencia a la relación con los clientes o personal que necesiten ayuda de este ministerio.

Incluso existen muchos más artículos para complementar el funcionamiento del MAG, estos artículos son relacionados a valores y principios que son aplicados dentro del ministerio. Dentro de los valores, se encuentran, según DEL AGRO–AGROCALIDAD, C. A. L. I. D. A. D. (2015):

4.1 RESPETO. - Consideración que se tiene a una persona, grupo, asociación, institución, etc. valorando sus cualidades, derechos y necesidades.

4.2 COOPERACION. - Unir esfuerzos en el desempeño de las funciones y actividades que se encaminen al cumplimiento de los objetivos institucionales.

4.3 EFICIENCIA. - Cumplir los objetivos y metas institucionales en forma eficaz, eficiente y oportuna observando las normas administrativas y técnicas, para lo que se considera lo siguiente:

4.4 RESPONSABILIDAD. - Actitud para cumplir sus obligaciones de manera comprometida y efectiva

4.5 HONESTIDAD. - Ejecutar las actividades y funciones de una manera clara y transparente en sus acciones, en el que se evidencie los conceptos de veracidad de sus actos, donde prime la justicia, equidad y apego al orden jurídico.

4.6 LEALTAD. - Actuar con fidelidad en el marco de los principios, valores y objetivos de la entidad y garantizando los derechos individuales y colectivos.

Estos son los valores y principios básicos que componen el funcionamiento del MAG. Básicamente estos principios y valores que componen este ministerio son los fundamentales que existen en la sociedad para que exista un correcto funcionamiento de esta.

El respeto es uno de los valores fundamentales en el ministerio. Esto habla de que tan valioso es el servicio que se brinda aquí. Como se dijo antes esto sería tanto de manera interna como de manera externa. La correcta implementación de la cooperación es muy importante. La cooperación entre funcionarios llega a resultar muy útil. Al complementar su conocimiento los funcionarios brindan un mejor servicio a los usuarios.

Dentro de este ministerio en cada función pública existe una correcta implementación de la eficiencia. Esto asegura el cumplimiento de los requerimientos del usuario de manera inmediata y así el ministerio y su funcionamiento sean catalogados como eficientes. Al igual que el anterior la responsabilidad es fundamental al momento de atender y brindar servicios a los usuarios. Esto, también, ayuda a mantener y aumentar el prestigio del ministerio. Como todos los valores anteriores este, también, ayuda a la reputación y confianza del ministerio. Esto es muy importante porque este permite a los funcionarios tener gran apego por el ministerio y de esta manera su trabajo sea bien hecho por la lealtad hacia el ministerio.

Una vez detallado el objetivo y visión del MAG, se presenta un oficio con el convenio para la realización de la aplicación móvil para el cálculo de fertilizantes desarrollado en este proyecto. De acuerdo al oficio que se observa como anexo 1, se menciona que en el Acuerdo Ministerial Nro. 105, del 19 de agosto del año 2018, se expide el “Manual de procedimientos del Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productiva Agrícola, PITPPA”, en el literal I) se señala que el “Proyecto de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola, PITPPA, ha surgido de la necesidad de consolidar la intervención en territorio y canalizar coordinadamente las acciones de la diferentes unidades y estrategias del MAG para de esta manera lograr

una intervención integral, en las organizaciones de pequeños y medianos productores, así como en productores independientes, [...]”.

La problemática de atención que orienta la ejecución del PITPPA, se resume en: a) Limitada transferencia de tecnología; b) Baja asociatividad; c) Genética de baja calidad; d) Expansión de la frontera agrícola; e) Escaso acceso al riego; f) Inadecuado uso de recursos (naturales, financieros, tecnológicos entre otros); g) Sistemas de comercialización deficientes; y, h) Débil equipamiento e infraestructura productiva.

La Dirección Distrital de Tungurahua trabaja en buscar propuestas tecnológicas para ser más eficientes, con miras a una agricultura de precisión y reducir los costos de producción y así aumentan los rendimientos, mejora los ingresos de los pequeños y medianos agricultores. Entonces en este caso en el oficio, se solicita realizar el Proyecto de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola, el cual, es la aplicación móvil para el cálculo de fertilizantes y de esta manera cumplir con ayudar a los pequeños y medianos agricultores. Esta aplicación móvil cumple con los requerimientos tratados con algunos de los trabajadores del MAG.

## **2.2. Metodología de investigación**

Dentro de este punto se definen varios conceptos y tratar de encasillar en los que más relación tengan con este proyecto. Se trata del tipo de investigación. Este proyecto, se encasilla dentro de tres tipos de investigación.

- **Descriptivo**

Ese es el tipo de investigación que más se relaciona con este proyecto, la razón por la que se relaciona es porque en el proyecto se describe cómo se realiza el cálculo de fertilizante para los tipos de cultivos. También, se especifica conceptos, medidas y variables fundamentales para el cálculo de fertilizantes.

- Correlacional

Con este tipo de investigación el proyecto se relaciona por el estudio de la relación entre el correcto cálculo de la cantidad de fertilizante y la obtención de buenos productos agrícolas, además, de la mantención de la fertilidad del suelo.

- Explicativo

También, llegaría a ser explicativo porque en el proyecto se establecen relaciones de causa efecto entre la fertilización y los tipos de cultivos.

Una vez definido el tipo de investigación, se identifica con que métodos de investigación se relaciona este proyecto. Los métodos de investigación, que se van a aplicar en el proyecto son los siguientes:

- Métodos teóricos

- Analítico-sintético, el cual, permite la división de una estructura de enseñanza y aprendizaje, para en lo posterior comprender las formas y maneras de calcular la cantidad de fertilizantes que se aplican.
- Búsqueda bibliográfica, esta parte es fundamental y permite la obtención de información para sustentar de mejor manera la investigación.

- Métodos empíricos

- Observación, para conocer los diferentes componentes o materiales que se llevan a cabo para el cálculo de la cantidad de fertilizantes a utilizar.
- Entrevista, esto permite saber sobre la utilización de métodos para el cálculo de la cantidad de fertilizantes que se utiliza en cada tipo de cultivo.

Dentro de las técnicas, la primera es los registros bibliográficos. Aquí, se presentan aquellos documentos que son la fuente de información para el proyecto, en este, se menciona según Gómez Bastar, S. (2012), “los libros, las revistas o los documentos

que permiten clarificar algunos conceptos o ideas, y que son fundamentales para la elaboración del proyecto de investigación, a esta información, se le denomina bibliografía.” (p, 50). Entonces al momento de realizar la bibliografía de este proyecto, se considera cualquier tipo de documento, en el cual, se encuentre la información necesaria para la explicación de los conceptos del proyecto.

Una vez, se haya revisado y realizado las fuentes de la bibliografía, se realiza dicha bibliografía, para elaborar la bibliografía, se toma en cuenta las siguientes sugerencias:

- Ordenar las fichas alfabéticamente, de acuerdo con el apellido del autor.
- Respetar el orden: primero libros, diccionarios, etcétera.
- Hay que considerar que no falte ninguna ficha, y empieza a transcribir los datos de la ficha a la hoja en blanco.
- El encabezado de esta página es: Bibliografía.
- Después, escribe la lista de las diversas fuentes bibliográficas consultadas.

Estos pasos ayudan a conseguir una correcta elaboración de la bibliografía del proyecto. Cada uno de estos pasos hay que tenerlos en cuenta y para complementarlos, se implementa los requisitos necesarios dentro de las normas APA. Para realizar la bibliografía de este proyecto, se implementa algunas herramientas. En este proyecto la herramienta, que se va a utilizar es la ficha bibliográfica esto es según Gómez Bastar, S. (2012), “instrumento en el que se anotan de manera completa y ordenada las partes esenciales de un libro.” (p, 83). Esta herramienta ayuda a clasificar y documentar cada una de las fuentes bibliográficas del proyecto.

Otra de las herramientas importantes para realizar este proyecto es la observación. Esta es la más común de las técnicas de investigación, según Gómez Bastar, S. (2012):

la observación sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de la sistematización de los datos. La observación científica trasciende una serie de

limitaciones y obstáculos, los cuales, se comprende por el subjetivismo; el etnocentrismo, los prejuicios, la parcialización, la deformación, la emotividad, etc., se traducen en la incapacidad de reflejar el fenómeno objetivamente. (p, 60).

Con esto, se tiene más claro sobre lo que trata la observación. Al ser una percepción visual tiene muchas dificultades y por este motivo, se emplea la sistematización de los datos obtenidos.

La observación, se divide en directa e indirecta. Según sus características, se usan o no en los proyectos, según Gómez Bastar, S. (2012):

#### Observación directa

En ella, el profesional investigador observa y recoge datos, producto de su observación. En las ciencias del comportamiento humano, se mencionan:

- La observación participante, aquí el investigador juega un papel determinado en la comunidad donde realiza su investigación.
- La observación no participante, es cuando el investigador aplica observación directa sin tener ninguna función en la comunidad donde efectúa su investigación.

Observación indirecta, esta técnica se utiliza desde cuatro formas:

- 1) Documentos de historia de vida: autobiografías, diarios, cartas, etc.
- 2) Una entrevista oral espontánea (individual o colectiva).
- 3) Una entrevista más preparada, con un cuadro elaborado por el investigador pregunta sobre datos, respuestas o informaciones que, se han obtenido de otras entrevistas.
- 4) Un cuestionario elaborado por el informante sin vigilancia personal del investigador. (p, 61).

Mediante la observación de cada una de estas características, se elige qué tipo de observación conviene realizar en el proyecto. En este caso, se implementa una observación directa.

Con esto, se concluye que la observación de este proyecto es cualitativa. La razón de esta decisión es porque con esto se logra que el proyecto consiga un correcto cálculo de fertilizantes. Así que esto, se obtiene al analizar todos los datos necesarios.

Otra de las herramientas, que se van a implementar en este proyecto es el experimento. Un experimento ayuda mucho en el proyecto, según Gómez Bastar, S. (2012):

La experimentación se define como el “método científico de conocer, fundado en la observación de fenómenos provocados para su estudio”, lo cual, implica un contacto directo entre el investigador y el objeto de estudio, así como la existencia de parámetros establecidos que sirven como guía para determinar o evaluar los efectos del experimento. Tales parámetros son los antecedentes teóricos. (p, 63).

Después de esto, también, se menciona que existen varios experimentos, que se realizan, cada uno de ellos posee diferentes cualidades y se tiene en cuenta todo esto para saber cuál, se aplica, según Gómez Bastar, S. (2012):

Un experimento es de laboratorio o de campo, la diferencia radica en el control que el investigador aplica sobre las condiciones en las que el experimento se ejecuta. En el laboratorio, el control es absoluto; y en el campo, debido a que la situación es real, la mayoría de las condiciones no son controladas. (p, 63).

Después de haber conceptualizado lo que es cada tipo de experimento, se interpreta que el experimento de este proyecto es de laboratorio. Esto porque los datos, que se ingresan para las pruebas son de condiciones adecuadas. No se realiza un experimento de campo puesto que los tiempos de obtención de los datos son de una gran longitud de tiempo.

Una vez realizado el o los experimentos, se obtiene los resultados, estos son útiles para la investigación, es decir, el proyecto. Todos estos resultados de igual manera son válidos. Para verificar la validez de los resultados, según Gómez Bastar, S. (2012):

La manera más sencilla de comprobar los resultados sería la repetición del experimento, lo cual, serviría para confirmar si los resultados obtenidos son los mismos, sin embargo, para realizar este ejercicio es importante cuidar que las condiciones y el procedimiento sean los mismos en cada recreación. (p, 64).

Entonces, para realizar esta comprobación o validación de los resultados, se realiza nuevamente el experimento. Para esto, se cuida que los datos sean en las mismas condiciones de los procedimientos anteriormente realizados. Se analiza los resultados del experimento a través de dos etapas: la descripción que es enunciar de los resultados obtenidos y esto sirve como punto de referencia para realizar la interpretación. La siguiente etapa sería la interpretación. consiste en explicar las causas y los efectos de los resultados obtenidos.

### **2.3. Metodología de desarrollo**

La metodología de desarrollo seleccionada para este proyecto es SCRUM, este es conceptualizado como una colección de procesos para la gestión de proyectos, al poseer un marco de trabajo simple ayuda a reducir la complejidad del proceso para realizar un producto, el cual, tiene una mejora continua y de esta manera satisfaga los requisitos y necesidades de los clientes del proyecto en el que, se aplica. La historia de SCRUM comienza en el año de 1993, según Alfonzo, P. L., Mariño, S. I., & Godoy, M. V. (2012):

En 1993, Jeff Sutherland aplicó el modelo SCRUM al desarrollo de software en Easel Corporation (Empresa que en los macro juegos de compras y fusiones se integraría en VMARK, luego en Informix y, finalmente, en Ascential Software Corporation). En 1996 presentó, junto

con Ken Schwaber, las prácticas que empleaba como proceso formal, para gestión del desarrollo de software en OOPSLA 96. (p, 1).

Con esto, se aprecia la trayectoria de este método, con lo anterior, se da un resumen de los primeros años de la aplicación de este método. Al tener buenos resultados en los diversos proyectos, en los cuales, se aplicó este método, se ha aplicado los años consecuentes a su creación y ha sido cambiado para adaptarse a nuevos proyectos y de esta manera, se aplica a los proyectos de hoy en día.

SCRUM, se ha utilizado por varias empresas tanto grandes como pequeñas, estas empresas incluyen *Yahoo*, *Microsoft*, *Google*, *Lockheed Martin*, *Motorola*, *SAP*, *Cisco*, *GE*, *CapitalOne* y la Reserva Federal de los EE. UU. SCRUM s considerado o catalogado como un método ágil y como tal posee las siguientes características:

- Este modelo es un modo de desarrollo adaptable y no predictivo. Entonces el desarrollo del proyecto se realiza de acuerdo con los requerimientos del cliente.
- Orientado a las personas en este caso a los clientes, más que a los procesos así que lo importante es que el producto cumpla con lo necesario.
- Emplea el modelo de construcción incremental basado en fases, pruebas y revisiones.
- Especialmente indicada para proyectos con un rápido cambio de requisitos.
- El desarrollo de software se realiza mediante iteraciones, denominadas *Sprints*, con una duración de 30 días. El resultado de cada Sprint es un incremento ejecutable que se muestra al cliente.
- La realización de reuniones a lo largo del proyecto, entre ellas, se destaca la diaria del equipo de desarrollo, con una duración aproximada de 15 minutos y con miras a la coordinación e integración de actividades.

La metodología SCRUM propone las siguientes fases:

Cuadro 4. Fases de la metodología SCRUM

Estándar IEEE 1219		SCRUM
Fases	Tareas	
Identificación y Clasificación del Problema o de la Modificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los módulos de la aplicación</li> <li>• Asignar prioridad y responsables</li> </ul>	Fase de Planificación
Análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudia la viabilidad y el alcance</li> <li>• Desarrollar un plan preliminar de diseño, implementación, pruebas y validación del producto.</li> </ul>	
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar objetos (Diagramas)(UML)</li> <li>• Generar guía básica del diseño actualizado. (Dibujar elementos visuales)</li> <li>• Obtener análisis detallado actualizado, requisitos verificados y plan de implementación revisado.</li> </ul>	Fase de Desarrollo
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificar</li> <li>• Integrar el software</li> <li>• Revisar la preparación para las pruebas.</li> </ul>	
Pruebas del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar los casos de pruebas</li> <li>• Realizar pruebas sobre el sistema</li> </ul>	
Pruebas de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar pruebas sobre el sistema completamente integrado</li> <li>• Validación del producto final</li> </ul>	Fase de Finalización

Fuente: modificado a partir de Alfonso, P. L., Mariño, S. I., & Godoy, M. V. (2012)

**Fase de Planificación:** en esta fase se encuentra la identificación y clasificación del problema o de la modificación. Las actividades que se realizan en esta fase son, identificar los módulos de la aplicación, asignar prioridad y responsables.

Otro de los componentes de esta fase es el análisis. Aquí se estudia la viabilidad y el alcance, se desarrolla un plan preliminar de diseño, implementación, pruebas y validación del producto.

**Planeación:** se define el equipo, herramientas, el sistema de desarrollo y se crea el *product backlog* con la lista de requerimientos conocidos junto con sus prioridades y se estima el esfuerzo necesario para llevarlo a cabo.

Diseño Arquitectónico: se define la arquitectura del producto que permita implementar los requerimientos.

Fase de Desarrollo: es la parte ágil, donde el sistema se desarrolla en *Sprints*. Lo principal en esta fase es el diseño, lo cual, quiere decir que se determina objetos, generar guía básica del diseño actualizado, obtener análisis detallado actualizado, requisitos verificados y plan de implementación revisado.

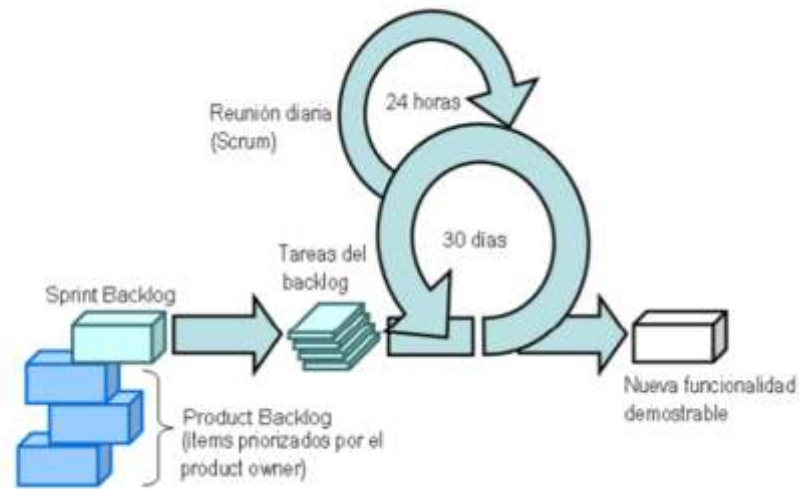
Una vez realizado el diseño se hace la implementación. Lo que se realiza en esto es codificar, integración del software y revisar la preparación para las pruebas. Con el paso anterior, se hizo la revisión para la preparación de las pruebas y luego se hace las pruebas del sistema y el proceso para esto, se genera los casos de pruebas, se obtiene planes de pruebas actualizados y se realiza pruebas sobre el sistema.

Fase de Finalización: incluye integración, *testing* y documentación. Indica la implementación de todos los requerimientos, y como resultado el *product backlog* está vacío.

En la última fase que es la finalización, se realiza lo siguiente, realizar pruebas sobre el sistema completamente integrado y la validación del producto final.

En resumen, Scrum es un conjunto de roles, responsabilidades y reuniones. Los roles más importantes y que se utilizan en este proyecto son *Product Owner* que es una persona con visión, autoridad y disponibilidad, *Scrum master* que actúa como facilitador para el *Product Owner* y el equipo. Estos roles realizan los artefactos que se obtienen del método. El primer artefacto es el producto: Al final de un sprint, que funcione y cuente con nuevas funcionalidades, backlog de producto: Es una pila de historias de usuario que van a ser añadidas al producto, backlog del sprint: Es la lista de tareas que el equipo necesita cumplir para lograr la meta del sprint y se ordenan de acuerdo con su prioridad. Los roles, artefactos y eventos principales, se resumen en la figura 10.

Figura 10. Metodología SCRUM



Fuente: tomado a partir de Caso, N. (2004)

### 2.3.1. Fase 1 Planificación

Una vez explicado lo que es SCRUM y las fases que lo componen, se comienza a realizar todo lo necesario para el establecimiento de la primera fase, la cual, es la de planificación.

La visión del proyecto es desarrollar una aplicación móvil para el Ministerio de Agricultura y Ganadería o sus siglas que son MAG. Esta aplicación móvil, se realiza con el fin de conseguir una correcta dosificación de fertilizantes, esto se logra mediante el cálculo correcto de fertilizantes. La aplicación móvil ayuda a los agricultores a mejorar la calidad de sus cultivos. Para el cumplimiento de todo lo establecido, se ha decidido que este proyecto se realice con la herramienta de *Android Studio*.

La definición de roles en el proyecto tiene como *Product Owner* al Ing. Martin Muñoz, técnico de la Dirección Distrital de Tungurahua quien coordina y brinda toda la información necesaria que se requiera, define características específicas y funcionalidades complementarias mediante una entrevista. Con esto, se define la mayor parte de requerimientos del sistema y proporciona los datos para la base de

conocimiento. El *Scrum Master*, está a cargo del presente investigador y desarrollador del proyecto que mediante la información brindada por el *Product Owner* y la información investigada pretende cubrir todas las necesidades del cliente mediante el producto del proyecto.

A continuación, se formula la hoja de tareas de proyecto, en esta hoja de tareas se refleja aquellas actividades que se propone para el cumplimiento de este proyecto. Cada una de las actividades posee un identificador y con este se plantea que cumpla con las actividades predecesoras antes seguir con las siguientes actividades, todo esto se detalla en la tabla 3. Entonces dentro de este elemento se incluye las actividades más importantes del proyecto, su duración estimada y la persona que las va a realizar.

Tabla 3. Hoja de tareas de proyecto

ID	Actividades	Actividades Predecesoras	Duración	Personas Necesarias
A	Análisis del cálculo	---	10d	1
B	Análisis de los fertilizantes	A	20d	1
C	Diseño de la aplicación	A-B	75d	1
C.1	Módulo 1 Inicio de la Alpicación			
C.2	Módulo 2 Forulario para el ingreso de datos			
C.3	Módulo 3 Resultados del cálculo			
D	Pruebas	C	7d	1
E	Entrega de la aplicación	D	1d	1

Fuente: elaboración propia

Cada una de las actividades propuestas para la realización de este proyecto claramente necesitan un tiempo determinado o estimado para ser realizadas. Se cumple con la mayoría de los tiempos establecidos porque estos tiempos son estimados para una realización correcta del proyecto. Correcta en cuanto a tiempos de entrega de cada actividad dentro de la tabla 3. Con esto, se propone una duración estimada para cada una de las actividades de este proyecto en la tabla 4.

Tabla 4. Duración estimada del proyecto

Actividades	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Búsqueda de información	X					
Realizar un marco conceptual sobre aplicaciones móviles, cultivos y fertilizantes		X				
Diagnosticar la situación actual de las aplicaciones móviles para los cultivos			X			
Diseñar la aplicación móvil basado en metodología SCRUM			X	X	X	
Desarrollo de la aplicación móvil			X	X	X	
Pruebas de la aplicación					X	
Validación de la aplicación móvil						X
Impresión y entrega de proyecto de investigación						X

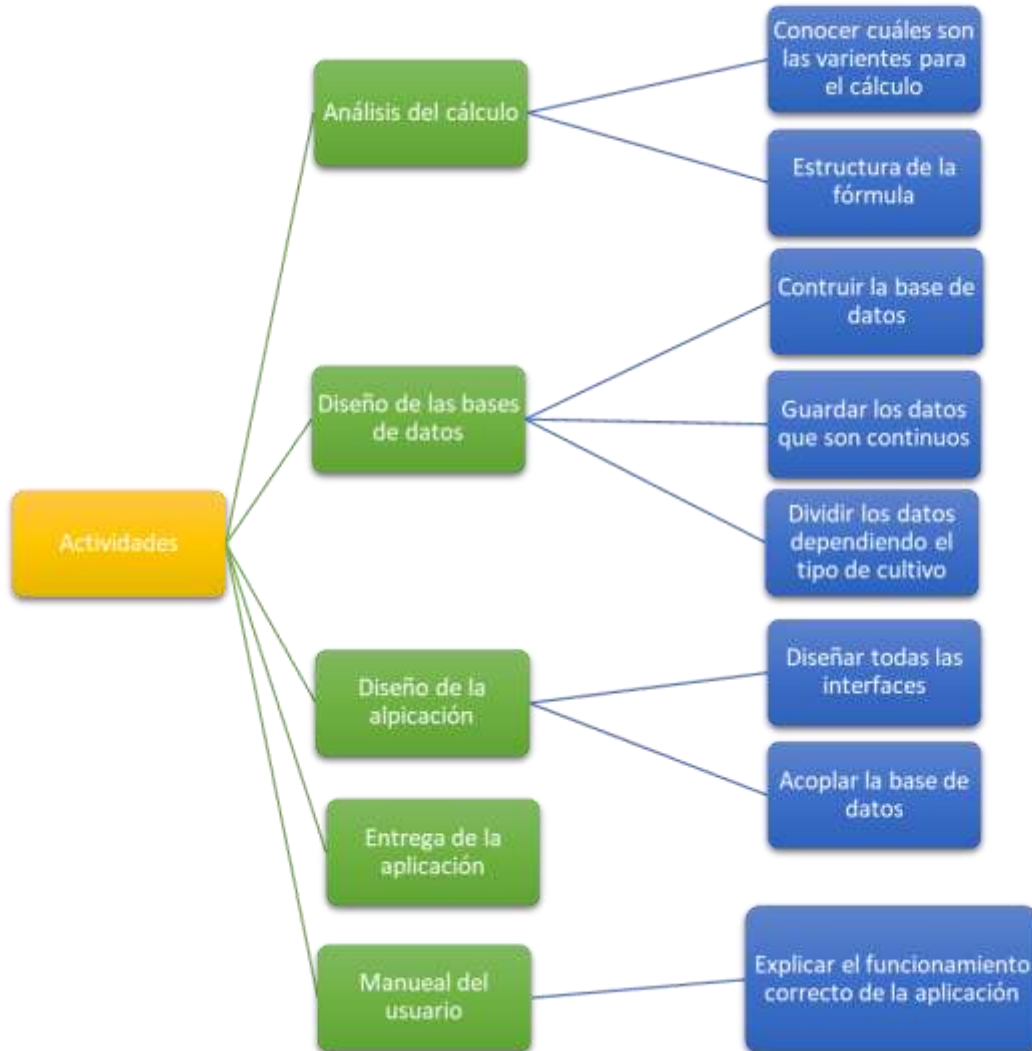
Fuente: elaboración propia

Mediante las actividades planteadas en el cuadro anterior, se pretende llegar a cumplir con el objetivo general de este proyecto, el cual, es desarrollar una aplicación móvil para dosificación de fertilizantes y de igual manera, se busca cumplir con los objetivos específicos, construcción de un marco conceptual sobre aplicaciones móviles, cultivos y fertilizantes, diagnóstico de la situación actual de las aplicaciones móviles para los cultivos, diseño de la aplicación móvil basado en metodología SCRUM y validación de la aplicación móvil para calcular la cantidad de fertilizante.

Dentro de las anteriores etapas del proyecto ya se cumplieron algunos de los objetivos específicos planteados anteriormente. En esta etapa, se comienza a cumplir con el objetivo de desarrollar este proyecto mediante la metodología SCRUM y así lograr cumplir las necesidades del MAG con la aplicación móvil desarrollada en este proyecto.

Para lograr cumplir con las actividades planteadas, se realiza subactividades dentro de estas actividades. Estas subactividades, así como las actividades principales, se adaptan o cambian en el transcurso del proyecto, esto el cumplimiento de los objetivos del proyecto sin que una actividad que no llegue a tener un buen resultado lo detenga o lo complique. A continuación, dentro de la figura 11, se definen las subactividades que posee cada una de las actividades del proyecto.

Figura 11. Desarrollo de actividades



Fuente: elaboración propia

Ahora con la formulación de todas las actividades, se realiza una estimación de presupuesto requerido para el proyecto a partir de la hoja de tareas obtenida en la tabla 3. Entonces, a continuación, en la tabla 5 se detalla la estimación, que se requiere para este proyecto. Cabe recalcar que este presupuesto al igual que las actividades cambia según el avance del proyecto, además, algunos de estos estimados detallados, a continuación, no son necesarios y se los documenta solo para abarcar cualquier actividad o imprevisto dentro del proyecto.

Tabla 5. Estimación de presupuesto para el proyecto

<b>Estimación de presupuesto para el proyecto</b>	
Capacitación	\$ 100.00
Licencia de software	\$ 120.00
Materiales y suministros	\$ 150.00
Costo programador	\$ 2000.00
Transporte	\$ 200.00
Hosting	\$ 600.00
<b>Total:</b>	<b>\$ 3170.00</b>

Fuente: elaboración propia

### 2.3.2. Fase 2 Desarrollo

Otro de los puntos más importantes es identificar las necesidades del usuario y de esta manera plantear cuáles son los datos y operaciones necesarios realizar para llegar a cumplir y satisfacer con las necesidades del usuario. En cada etapa considerada dentro de la aplicación móvil, se define su prioridad, la estimación con respecto al esfuerzo de su cumplimiento, la descripción de qué se realiza en esta, qué pruebas y que el cumplimiento de estas para lograr satisfacer todas las necesidades planteadas. Toda esta información, se detalla y se expone en las siguientes historias de usuario, cada historia de usuario es elaborada de cada parte de la aplicación móvil y en cada una de ellas, se cumple con lo establecido. En especial la parte de pruebas es cumplida en su totalidad porque así se comprueba el correcto funcionamiento de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto.

Tabla 6. Historia de usuario uno

N° 1	Historias de Usuario
Nombre:	Inicio de la aplicación
Prioridad:	Alta
Estimación:	2 (1 punto de historia equivale al esfuerzo de 1P/5días)
Descripción:	Como usuario quiero ingresar y observar las opciones iniciales de la aplicación
Pruebas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecer apenas se inicia la aplicación</li> <li>• Mostrar menús sobre las diferentes acciones</li> <li>• Tener un fondo relacionado al tema</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Historia de usuario dos

N° 2	Historias de Usuario
Nombre:	Selección de tipo de cultivo
Prioridad:	Alta
Estimación:	1 (1 punto de historia equivale al esfuerzo de 1P/5días)

Descripción:	Como usuario quiero elegir el tipo de cultivo del que se quiere calcular los fertilizantes
Pruebas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contener todos los tipos de cultivo requeridos</li> <li>• Permitir seleccionar cualquier tipo de cultivo</li> <li>• Realizar la acción necesaria en cada opción</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Historia de usuario tres

N° 3	Historias de Usuario
Nombre:	Ingreso de datos
Prioridad:	Alta
Estimación:	2 (1 punto de historia equivale al esfuerzo de 1P/5días)
Descripción:	Como usuario quiero ingresar los datos necesarios para el cálculo de los fertilizantes
Pruebas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecer cuando se realice la selección del tipo de cultivo</li> <li>• Contar con todos los campos necesarios</li> <li>• Contar con el correcto formato de cada campo</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Historia de usuario cuatro

N° 4	Historias de Usuario
Nombre:	Mensaje de confirmación
Prioridad:	Alta
Estimación:	1 (1 punto de historia equivale al esfuerzo de 1P/5días)
Descripción:	Como usuario quiero saber si los datos se han ingresado de manera correcta
Pruebas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar el resultado del ingreso de los datos, si el ingreso es correcto o incorrecto mostrar un mensaje respectivamente</li> <li>• Volver al ingreso de datos al cerrar o aceptar el mensaje cuando el ingreso de datos es erróneo</li> <li>• Abrir los resultados del cálculo cuando el ingreso de datos sea correcto</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Historia de usuario cinco

N° 5	Historias de Usuario
Nombre:	Resultado del cálculo
Prioridad:	Alta
Estimación:	2 (1 punto de historia equivale al esfuerzo de 1P/5días)
Descripción:	Como usuario quiero observar los resultados del cálculo de fertilizantes
Pruebas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparecer cuando el ingreso de datos sea correcto</li> <li>• Incluye todos los resultados (Cantidad de fertilizante, fase del cultivo, etc.)</li> <li>• El resultado coincide con el cálculo para el tipo de cultivo seleccionado</li> </ul>

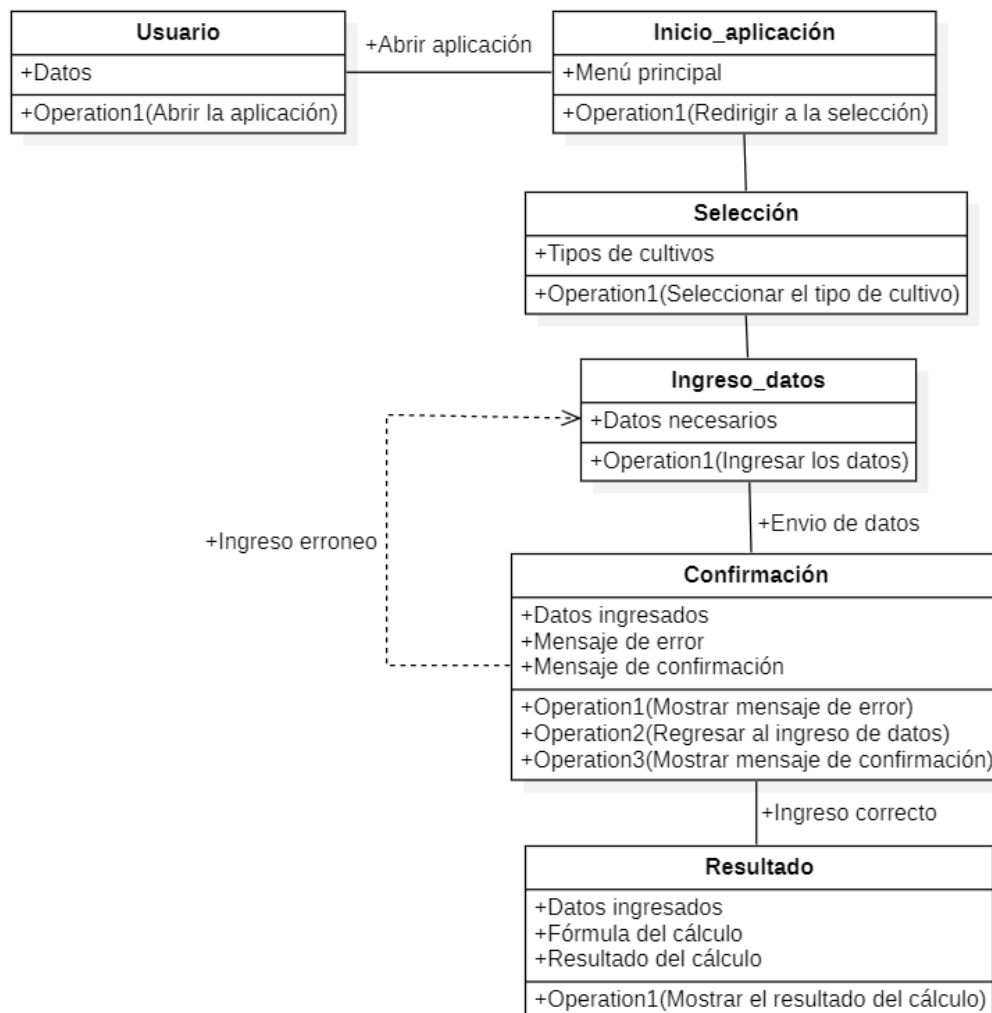
Fuente: elaboración propia

Mediante las historias de usuario expuestas anteriormente, se tiene una idea muy clara de todas las funciones que tiene y cumple la aplicación móvil. Para lograr complementar de mejor manera la información de las historias de usuario, se realiza distintos diagramas para explicar el procedimiento, que se realiza en el funcionamiento

de la aplicación móvil. Todos estos diagramas son realizados mediante la herramienta *Start UML*, esta herramienta es específica para realizar cualquier tipo de diagrama.

Para el diagrama de clases, se realiza una clase para cada historia de usuario. Entonces en cada una de ellas, se añade todos los atributos que llegan a tener cada una de las clases. Otra de las características importantes en este diagrama es que en cada clase contiene las operaciones que en cada una de ellas se realizan. También, se detalla las conexiones entre cada una de las clases y algunas condiciones que cumplen para seguir la secuencia. Todo esto se aprecia en la figura 12.

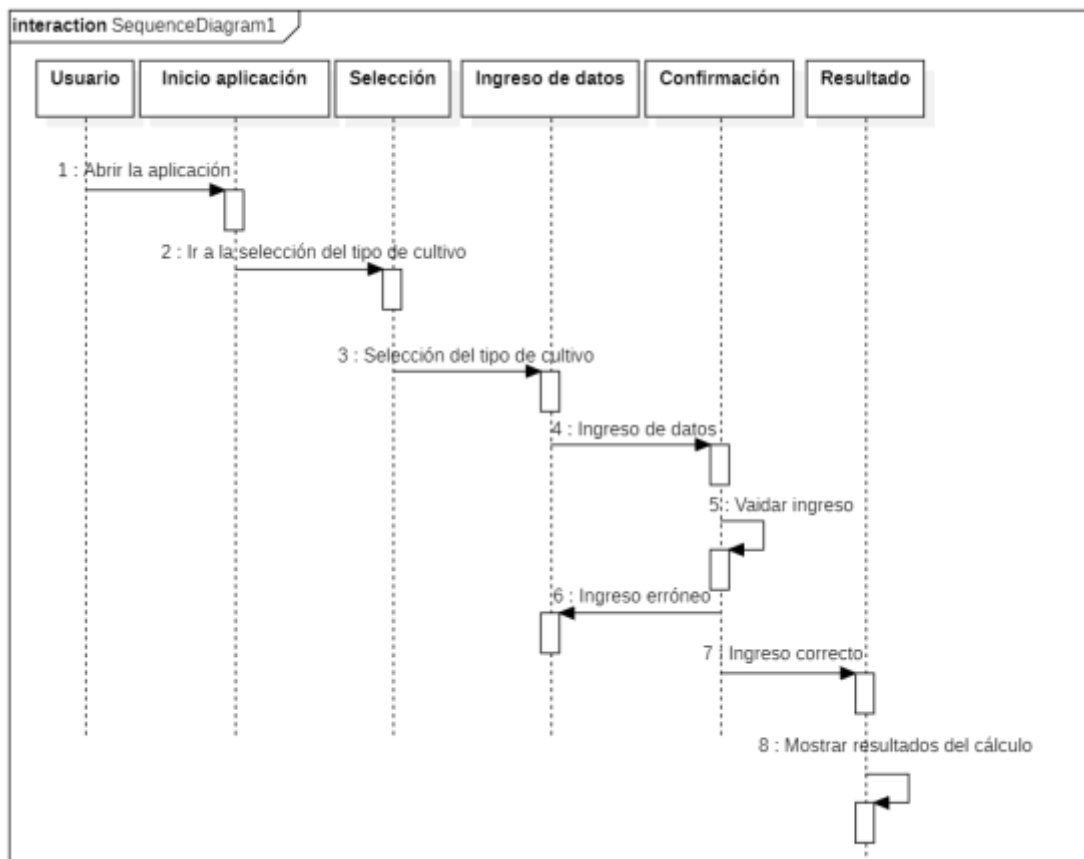
Figura 12. Diagrama de clases



Fuente: elaboración propia

Otro de los diagramas realizados es el diagrama de secuencias. En este diagrama, se detalla el orden en la que se realizan los procesos en la aplicación móvil. Para la continuación de un proceso, se cumple con las operaciones establecidas en cada proceso. Incluso en algunos procesos, se realiza una validación de las operaciones y si es errónea la operación, se devuelve al proceso anterior y si es correcto continúa con la siguiente operación.

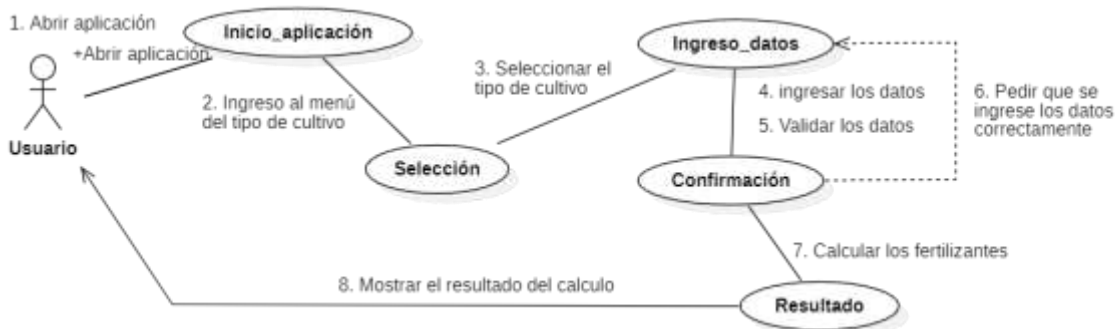
Figura 13. Diagrama de secuencias



Fuente: elaboración propia

El último diagrama, que se realiza es el diagrama de casos de usos en el proyecto. Este diagrama es basado en la relación que existe entre la aplicación móvil y el usuario de esta. Cada una de las actividades y procesos, que se realiza en este diagrama es identificado mediante un número, de esta manera, se tiene muy en claro cuál es el orden, que se sigue para cumplir con todos los procesos establecidos en la funcionalidad de la aplicación móvil.

Figura 14. Diagrama de casos de uso



Fuente: elaboración propia

A continuación, en la tabla 11 hasta la tabla 15, se detalla de mejor manera lo que realiza cada una de las acciones o cada historia de usuario tomados en cuenta en el diagrama de casos de usos de la aplicación móvil. Cada cuadro es sobre los casos de uso en cada una de las etapas de la aplicación, se documenta cuáles serían los requisitos y las acciones en cada una de ellas.

Tabla 11. Caso de uso al iniciar la aplicación

<b>Nombre:</b>	Usuario		
<b>Descripción:</b>	Inicia la aplicación móvil		
<b>Caso de Uso:</b>	Inicia aplicación móvil		
<b>Autor:</b>	José Andrés Morales Mariño	<b>Fecha:</b>	09/11/2021
<b>Descripción:</b>	El usuario descarga o instala la aplicación móvil eh inicia con la misma		
<b>Actores:</b>	Usuario		
<b>Precondiciones</b>			
El usuario descarga la aplicación			
El usuario instala la aplicación			
<b>Flujo Normal</b>			
<b>Acción del Actor</b>		<b>Respuesta del Sistema</b>	
1	Abre la aplicación	2	Muestra la pantalla de inicio
3	Abre el menú	4	La aplicación muestra todas las opciones con las diferentes pantallas que se seleccionan
<b>Flujo Alternativo</b>			
Se sale de la aplicación			
<b>Pos Condiciones</b>			
El usuario elige una opción del menú			
<b>Frecuencia:</b>	Diaria	<b>Tiempo Esperado de Respuesta:</b>	3 segundos

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Caso de uso de selección de cultivo

<b>Nombre:</b>	Usuario		
Descripción: Entra a la selección del tipo de cultivo			
<b>Caso de Uso:</b>	Selecciona el tipo de cultivo		
<b>Autor:</b>	José Andrés Morales Mariño	<b>Fecha:</b>	09/11/2021
Descripción: El usuario despliega todas las opciones que tiene y elige el tipo de cultivo			
<b>Actores:</b>	Usuario		
<b>Precondiciones</b>			
El usuario instala la aplicación Se dirige al menú a la parte para seleccionar el tipo de cultivo			
<b>Flujo Normal</b>			
<b>Acción del Actor</b>		<b>Respuesta del Sistema</b>	
1	Selecciona en el menú elegir el tipo de cultivo		
		2	Muestra la pantalla para la selección <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra los tipos de cultivos</li> </ul>
3	Selecciona el tipo de cultivo		
		4	Cambia la pantalla a la de ingreso de datos
<b>Flujo Alternativo</b>			
Seleccionar cualquier otra opción del menú			
<b>Pos Condiciones</b>			
El usuario elige el tipo de cultivo El usuario ingresa los datos			
<b>Frecuencia:</b>	Diaria	<b>Tiempo Esperado de Respuesta:</b>	3 segundos

Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Caso de uso de ingreso de datos

<b>Nombre:</b>	Usuario		
Descripción: Entra a la pantalla de ingreso de datos			
<b>Caso de Uso:</b>	Ingresa los datos		
<b>Autor:</b>	José Andrés Morales Mariño	<b>Fecha:</b>	09/11/2021
Descripción: El usuario llena cada uno de los campos presentes en la pantalla de ingreso de datos			
<b>Actores:</b>	Usuario		
<b>Precondiciones</b>			
El usuario entra a la selección del tipo de cultivo El usuario elige el tipo de cultivo			
<b>Flujo Normal</b>			
<b>Acción del Actor</b>		<b>Respuesta del Sistema</b>	
1	Seleccionar el campo que se vaya a llenar		
		2	Dejar llenar el campo con el formato establecido
3	Enviar los datos		
		4	Enviar los datos a una validación
<b>Flujo Alternativo</b>			
Según el tipo de cultivo se presentan diferentes pantallas, al menos en los que necesiten otros datos diferentes a los demás tipos de cultivo			
<b>Pos Condiciones</b>			
El usuario ingresa los datos con el formato establecido El usuario envía los datos			
<b>Frecuencia:</b>	Diaria	<b>Tiempo Esperado de Respuesta:</b>	3 segundos

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Caso de uso de confirmación de datos

<b>Nombre:</b>	Usuario		
Descripción: Los datos son enviados a validar			
<b>Caso de Uso:</b>	Se confirma los datos		
<b>Autor:</b>	José Andrés Morales Mariño	<b>Fecha:</b>	09/11/2021
Descripción: La aplicación valida que cada campo llenado este en el formato establecido			
<b>Actores:</b>	Usuario		
<b>Precondiciones</b>			
El usuario entra a la selección del tipo de cultivo El usuario elige el tipo de cultivo El usuario ingresa los datos El usuario envía los datos			
<b>Flujo Normal</b>			
<b>Acción del Actor</b>		<b>Respuesta del Sistema</b>	
1	Se envía los datos		
		2	Se valida los datos
3	Los datos enviados son correctos		
		4	Se calcula y se muestra la pantalla con los resultados
<b>Flujo Alternativo</b>			
Si los datos ingresados son erróneos se vuelve a la pantalla de ingreso de datos			
<b>Pos Condiciones</b>			
Los datos son correctos para continuar			
<b>Frecuencia:</b>	Diaria	<b>Tiempo Esperado de Respuesta:</b>	3 segundos

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Caso de uso de los resultados

<b>Nombre:</b>	Usuario		
Descripción: El usuario observa los resultados			
<b>Caso de Uso:</b>	Se muestra los resultados		
<b>Autor:</b>	José Andrés Morales Mariño	<b>Fecha:</b>	09/11/2021
Descripción: En esta pantalla se muestran los resultados calculados			
<b>Actores:</b>	Usuario		
<b>Precondiciones</b>			
El usuario ingresa los datos correctos El usuario envía los datos correctos			
<b>Flujo Normal</b>			
<b>Acción del Actor</b>		<b>Respuesta del Sistema</b>	
1	La validación de los datos es correcta		
		2	Se muestra el resultado del cálculo
<b>Flujo Alternativo</b>			
Si los datos ingresados son erróneos se vuelve a la pantalla de ingreso de datos			
<b>Pos Condiciones</b>			
Se finaliza el proceso			
<b>Frecuencia:</b>	Diaria	<b>Tiempo Esperado de Respuesta:</b>	3 segundos

Fuente: elaboración propia

Una vez aclarado el funcionamiento y los procesos de la aplicación móvil mediante las historias de usuarios y los diferentes diagramas, se procede a realizar el prototipo de

la aplicación móvil. Este prototipo, se realiza con la finalidad de explicar o tener en claro cuál es la distribución en las diferentes ventanas dentro de la aplicación móvil. Todas estas acciones o ventanas son realizadas mediante la herramienta, que se acogió anteriormente, esta herramienta es *Android Studio*. Estas ventanas son solo una guía, es decir, que son muy básicas incluso llegan a ser solo plantillas para continuar con el desarrollo de la aplicación móvil.

La primera ventana, que se visualiza justo al abrir la aplicación es la ventana principal. En esta ventana, se ubica todas las opciones iniciales, estas opciones están categorizadas dentro de un menú. Como se mencionó anteriormente tanto en las historias de usuarios y en los diagramas esta ventana, se inicia apenas el usuario abra la aplicación móvil. El inicio de la aplicación se observa que hay los símbolos de los menús. En el centro de la ventana, se coloca una imagen relacionada con el tema del proyecto. Dentro de la figura 15 se observa cómo se distribuye el inicio de la aplicación. Para ingresar la imagen principal y, también, para el posible icono de la aplicación móvil se obtuvo imágenes descargadas de internet, las dos imágenes son libres de usar no poseen derecho de autor. Se modificó los textos y su fondo para que de esta manera se observa de mejor manera y no se pierda con el fondo.

Figura 15. Inicio de la aplicación



Fuente: elaboración propia

Dentro de la pantalla principal de la aplicación móvil en el lado superior derecho, se implementa un submenú, en el cual, se incorpora un ítem con la opción de información. El submenú y el ítem de información, se observa dentro de la figura 16. Al momento de seleccionar esta opción aparece una pantalla con información sobre la elaboración de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto. Aquí se han insertado cuadros de textos y de imágenes para la presentación de la información correspondiente y todos estos elementos, se encuentran visualmente dentro de la figura 17.

Figura 16. Submenú información



Fuente: elaboración propia

Figura 17. Información de la aplicación



Fuente: elaboración propia

Una de las opciones que está dentro de esta ventana y en todas las demás ventanas de la aplicación móvil es la opción de configuración, el cual, es utilizado para mostrar la información sobre la aplicación. A continuación, dentro de la figura 16, se visualiza como es el ejemplo de la opción de configuración de la aplicación móvil.

Lo siguiente a tratar es el menú, aquí existen varias opciones, que se ocupan para tratar los temas relacionados con el cálculo del fertilizante. Al igual que la opción de la configuración el menú tiene accesibilidad en cada una de las ventanas de la aplicación, de esta manera, se regresa o accede a otra ventana de la aplicación móvil. Lo siguiente en ser modificado es el icono y los mensajes del menú principal. Esto se observa en la figura 18.

Figura 18. Configuración de los menús



Fuente: elaboración propia

Después se cuenta con dos ventanas extra a las que se accede a través del menú principal anteriormente descrito. Lo más probable es que se necesite solo una de ellas, en caso de necesitar una ventana más es ocupada la otra opción del menú y por ende la otra ventana extra que existe en el menú. Las dos ventanas son muy generales la principal lleva una selección del tipo de cultivo y esto lleva a otra ventana para el ingreso de los datos.

Entonces se configura la pantalla para realizar la selección del tipo de cultivo. Como en la pantalla de inicio se configuro el texto y su fondo. Se colocó botones por cada opción del tipo de cultivo y se cambió el color para que tenga el mismo color principal de la aplicación móvil. A continuación, se muestra esta pantalla en la figura 19.

Figura 19. Primera Ventana



Fuente: elaboración propia

Los siguientes cambios que se realizaron son entre ellos el cambio del tipo de cultivo en la pantalla de selección de los cultivos. El cambio es porque estos tres tipos de cultivos son los que tienen una mejor explicación y detalle en cuanto a fórmulas y cálculo en el documento compartido por el MAG. Este cambio, se observa en los botones de la pantalla de selección del tipo de cultivo presentado en la figura 20.

Figura 20. Tipos de cultivos definitivos



Fuente: elaboración propia

Después de seleccionar el tipo de cultivo, se envía a una pantalla para el ingreso de datos. Aquí se cambia el estilo de los textos y los fondos, se añade campos para ingresar la información. Se coloca los campos correctos en la pantalla sobre el ingreso de datos. En este caso, se cambió los campos de texto porque para la realización del cálculo es necesario solo campos numéricos. Los campos que se añadieron son los detalles del suelo como la profundidad, densidad y el pH, así como los nutrientes que tiene el suelo, los principales son, nitrógeno, fósforo y potasio, por esta razón, se muestran los campos para ingresar estos nutrientes. La pantalla del ingreso de datos se observa en la figura 21.

Figura 21. Pantalla de ingreso de datos



Fuente: elaboración propia

La última pantalla configurada de la aplicación móvil es la de los resultados, como se describió anteriormente aquí en esta pantalla, se muestra los resultados del cálculo. Se editan los textos y sus fondos de igual manera, para mostrar los resultados, se insertó un fragmento con una lista y así se observan los resultados y en este fragmento, se cambió el fondo para que así se observe bien. En la figura 22, se observa la pantalla de la muestra de los resultados.

Figura 22. Pantalla de resultados



Fuente: elaboración propia

Una vez realizado los cambios mencionados anteriormente, se ingresaron datos de un ejemplo con los datos necesarios para realizar el cálculo. Los datos ingresados son numéricos, esto se encuentra validado porque los campos que se encuentran aquí son solamente de uso numérico. En la figura 23, se aprecia de mejor manera este ejemplo. Dentro de las figuras de la 24 a la 26, se observa las validaciones.

Figura 23. Ejemplo de datos



Fuente: elaboración propia

Figura 24. Validación campos vacíos



Fuente: elaboración propia

Figura 25. Validación datos negativos



Fuente: elaboración propia

Figura 26. Validación nivel pH



Fuente: elaboración propia

Después de ingresar los datos y enviarlos, estos son validados. Una vez validados los datos ingresados, se muestra un mensaje de confirmación y se realiza el cálculo de los fertilizantes, esto se hace de manera interna en la aplicación. Con el envío correcto

de los datos, se envía a la pantalla de los resultados, mediante una tabla se muestra los nutrientes necesarios en cada etapa del cultivo resultado del cálculo del fertilizante. A continuación, en la figura 28, se observa como se muestra los resultados del cálculo de fertilizantes.

Figura 27. Mensaje de confirmación



Fuente: elaboración propia

Figura 28. Ejemplo de resultados



Fuente: elaboración propia

Para finalizar, se observa todas las acciones que se realizan en la aplicación móvil y cuáles son los resultados obtenidos. Estas acciones son realizadas en cada una de las ventanas de la aplicación móvil. Se hizo, también, una prueba al ingresar datos de un ejemplo de un tipo de cultivo y de esta manera, se muestra cómo se proyecta los resultados del cálculo del fertilizante según el tipo de cultivo en cada una de las etapas del cultivo y cada uno de los nutrientes necesarios para el tipo de cultivo seleccionado.

Al final, se hizo una presentación con todas las funciones que realiza la aplicación a los miembros del MAG. Como resultado de esta presentación, se obtuvieron algunos cambios sugeridos. El primer cambio es en el inicio de la aplicación para ser más intuitiva, para esto, se elimina el menú principal. Después, se pidió aumentar el cálculo de fertilizante para el cultivo de la papa y con esto se aumenta una pantalla para el ingreso de los datos necesarios y de igual manera para los resultados.

La pantalla principal, se observa en la figura 29, aquí se evidencia los cambios. Lo más notable es que en el inicio de la aplicación, se insertan dos botones para el ingreso a las pantallas de los diferentes cálculos para hacerlo directamente sin necesidad del menú lateral eliminado. El primer botón, se le asigna al cálculo del cultivo de papa y el segundo botón a los caducifolios y en cada uno de ellos se inserta una imagen que los represente.

Figura 29. Pantalla de inicio final



Fuente: elaboración propia

La siguiente ventana, se desarrolla para el ingreso de datos necesarios para realizar el cálculo de fertilizantes para el cultivo de papa. Aquí, se determinó dos tipos de cálculo, el primero que es por defecto que solo se hace con el área del terreno y el segundo, en el cual, se requiere el análisis del suelo para de esta manera restar los nutrientes que ya posee con los que tendría si sus nutrientes estuvieran completos. Todos los campos necesarios, se presentan dentro de la figura 30.

Figura 30. Ingreso de datos cultivo de papa



Fuente: elaboración propia

Como se mencionó existen dos tipos de cálculos para este tipo de cultivo. Entonces, se colocaron dos *RadioButton* para la selección de lo que se desee. Al seleccionar el cálculo por defecto, se desactivan todos los campos a excepción del área del terreno porque como ya se dijo es el único dato que necesita. Al seleccionar el otro cálculo, se activan todos los campos y de esta manera ya se ingresa todos los datos necesarios.

La desactivación y activación de los campos, se observa en las figuras 31 y 32 respectivamente. Los otros *RadioButton* son para seleccionar cuál es la medida en la que, se ingresan los nutrientes del análisis del suelo y así en el cálculo poner su respectiva conversión.

Figura 31. Desactivación de campos



Fuente: elaboración propia

Figura 32. Activación de campos



Fuente: elaboración propia

Al igual que antes, también, se programa la validación de cada uno de los campos de ingreso de datos. Estas validaciones son para comprobar que los campos no estén vacíos y que los datos ingresados no sean negativos. Dentro de las figuras 33 y 34, se evidencia las validaciones mencionadas.

Figura 33. Validación de campos vacíos primer cálculo



Fuente: elaboración propia

Figura 34. Validación de campos vacíos segundo cálculo



Fuente: elaboración propia

Luego de verificar, que se cumpla con las validaciones, se realiza el cálculo del fertilizante. Para presentar los resultados, se accede a otra pantalla, en la cual, se muestran dos fórmulas diferentes, en las cuales, se realiza el mismo cálculo, pero con diferentes tipos de fertilizantes para que el usuario elija el que más le convenga.

Cada una de las fórmulas, se dividen en dos partes, en estas, se dividen de igual manera los fertilizantes para diferentes fases del cultivo. La primera parte sirve para la siembra y la segunda para el aporque del cultivo. Dentro de la figura 35, se muestra un ejemplo de cómo, se observan los resultados de este cálculo.





cambió el nombre de las opciones que hay en el cálculo del fertilizante para papa, en lugar de la opción cálculo por defecto, se nombra cálculo sin análisis de suelo. Otro de los cambios importantes es que, al ingreso de cada elemento, se encuentra un *spinner* que contiene las diferentes opciones del tipo de medida, como se ve, a continuación.

Figura 39. Cambios ingreso de datos para papa



Fuente: elaboración propia

Figura 40. Opciones del tipo de medidas



Fuente: elaboración propia

Dentro de la ventana de las respuestas del cálculo del cultivo de papa, se divide cada opción de cálculo con un color diferente cada uno. En lugar de la palabra fórmula, se coloca alternativa 1 y alternativa 2 respectivamente. También, se añade unas etiquetas para indicar que campos son los fertilizantes y cuáles las respuestas en diferentes medidas.

Figura 41. Ventana de respuestas de papa modificada

The screenshot shows a mobile application interface for calculating fertilizer requirements. It is titled 'Calculadora de Fertilizantes'. The interface is divided into two main sections: 'ALTERNATIVA 1' and 'ALTERNATIVA 2'. Each section contains a table with the following columns: 'FERTILIZANTE', 'Cantidad', 'Área', and 'Línea'. Below each table, there is a note indicating the number of days before harvest (e.g., '17 días después de la siembra').

FERTILIZANTE	Cantidad	Área	Línea
Yareta Integrado	2.0	1780.0	330.0
Salvado Kalar Plus	2.0	980.0	300.0
Fosfato Monoamónico	6.0	2000.0	600.0

FERTILIZANTE	Cantidad	Área	Línea
Yareta Nitrocar	6.0	2200.0	660.0
Fosfato de Amonio	1.0	40.0	100.0
Potasiofósforo	3.0	1350.0	300.0

FERTILIZANTE	Cantidad	Área	Línea
Papa Amalga	3.0	980.0	290.0
Salvado	1.0	40.0	100.0
Nitro de Amonio	6.0	1800.0	540.0

Fuente: elaboración propia

En la ventana del ingreso de los datos de los caducifolios, se agrega la opción del área de terreno y se elimina los campos para la densidad y la profundidad del suelo porque estos datos son por defecto según el suelo para este tipo de cultivo. Igual que en el ingreso de los datos de papa, se coloca un *spinner* para cada elemento con los tipos de medidas disponibles. Esto se observa en la figura 42.

Figura 42. Cambios en el ingreso de datos caducifolios



Fuente: elaboración propia

En la parte de los resultados de los caducifolios, se cambia y se agrega más campos para mostrar los resultados. De igual manera, se indica cuáles campos son los fertilizantes y cuáles los resultados en las diferentes medidas. Al momento de la presentación, se detecta que el logo no es el actualizado, entonces, se realiza el cambio del logo del MAG dentro de la ventana de información nuevamente. Y con esto concluyen cada uno de los cambios sugeridos.

Figura 43. Cambios en los resultados caducifolios



Fuente: elaboración propia

Figura 44. Cambio del logo actualizado



Fuente: elaboración propia

## **CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Dentro de este capítulo, se detalla la comparación de los resultados de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto con otros resultados de otras investigaciones o proyectos, estos proyectos son los que sirvieron de referencia para la redacción de algunas partes del documento de este proyecto. Lo siguiente a realizar es la validación de la aplicación móvil. Esta validación del producto de este proyecto se realiza mediante el estudio de caso de calidad interna y externa, y con esto se obtiene las mediciones de los resultados obtenidos en este proyecto tanto por un profesional del MAG y de un programador que conozca sobre el desarrollo de aplicaciones móviles.

### **3.1. Comparación de Resultados**

Como resultado de este proyecto, se obtiene una aplicación móvil que calcula la cantidad de fertilizante, que se aplica en cada una de las etapas del cultivo según el tipo de cultivo seleccionado. En este caso, con esta aplicación móvil desarrollada en este proyecto, se elige tres tipos de cultivos y en los datos a ingresar después de seleccionar el tipo de cultivo son los datos básicos para la realización del cálculo de fertilizantes.

Para comprobar su funcionamiento, se realizaron pruebas, con estas pruebas, se confirmó cada una de las funciones y acciones dentro de todas las pantallas de la aplicación móvil. Todos los datos necesarios que se ingresan para que se realice el cálculo de los fertilizantes para los cultivos, se detallan en las tablas 16 y 17.

Dentro a lo que respecta la tabla 16 hace referencia a las características del suelo, los datos aquí son la profundidad y la densidad del suelo y, también, el pH del suelo. En la tabla 17 muestra los nutrientes que posee el suelo que se ingresan, estos nutrientes dependen del laboratorio en el que se haga el análisis del suelo y según eso se obtienen algunos nutrientes. Si bien se observa varios nutrientes del suelo los principales para la realización del cálculo de fertilizante son el nitrógeno, fósforo y

potasio, con estos datos ingresados se calcula la cantidad de fertilizante necesario para realizar el cultivo según su tipo.

Tabla 16. Requerimientos a ingresar

<b>PROFUNDIDAD DE SUELO</b>	<b>20</b>	<b>ph</b>	<b>8,4</b>	
<b>DENSIDAD</b>	<b>1</b>			

Fuente: tomado a partir de MAG (2021).

Tabla 17. Nutrientes del suelo

<b>ANALISIS DEL SUELO</b>				<b>Kg /Ha</b>		<b>Kg /Ha</b>		<b>ASIMILABLE</b>
N	ppm	77	A	154	Kg de N/Ha	197,12	NO3	98,56
P	ppm	40	A	80	Kg de P/Ha	183,2	P2O5	91,6
K	meq/100g	1	A	780	Kg K+/Ha	936	K2O	312
Ca	meq/100g	9,2	A	3680	Kg Ca++/Ha	9163,2	CaCO3	4581,6
Mg	meq/100g	0,1	A	24	Kg Mg++/Ha	39,12	MgO	19,56
Cu	ppm	11	A	22	Kg de Cu/Ha	36,3	MgO	18,15

Fuente: tomado a partir de MAG (2021).

Dentro del trabajo o del proyecto en el que se desarrolla un sistema automatizado de riego, fertilización y fumigado para cultivo de habichuela bajo invernadero, monitoreado mediante aplicación móvil, en sus resultados según Douglas et al. (2018):

En esta etapa ya con el invernadero acoplado, el sistema de control de riego, fertilización y fumigado instalado, se procede a realizar la siembra del cultivo de habichuela y se puso en funcionamiento todo el sistema para realizar el estudio y control en tiempo real del cultivo en el invernadero en forma física y vía internet se observa todas las características y ventajas que el sistema ofrecer al agricultor. Posteriormente se ha realizado la evaluación del producto obtenido dentro del invernadero automatizado se verifica que se obtiene un producto de calidad y apto para el consumo. (p, 63).

Estos son los resultados de este proyecto, si bien está relacionado con lo que es la automatización de fertilizantes, no se trata sobre el cálculo de fertilizantes necesarios. Lo que realiza la aplicación móvil de este proyecto es el control de todos los factores dentro de un cultivo como la iluminación, el riego, entre otras cosas. Otra de las

diferencias de este proyecto es que los cultivos son realizados dentro de un invernadero y de esta manera todo es un poco más controlable.

El otro proyecto con el que se compara los resultados son el de una aplicación móvil para cálculos de fertirriego, en este proyecto si se realiza el cálculo de fertilizantes, pero se junta con el cálculo para riego se los cultivos y esto se aprecia en los diferentes cuadros que se presentan en este proyecto. Para la realización la aplicación móvil de este proyecto según Perez-Castro et al. (2016):

El primer paso fue introducir el análisis de agua correspondiente a un pozo situado en la finca, véase Tabla 1: Posteriormente, se ha establecido un criterio de fertirriego para toda la campaña agrícola, el cual, no es modificado a no ser que se detecte algún problema en el análisis de los goteros y/o drenajes. Este equilibrio buscado se muestra en la Tabla 2 y el resultado final se observa en la Figura 2.d. Para resolver el problema de fertirriego mencionado anteriormente, se ha diseñado e implementado la aplicación para dispositivos móviles CRIG, véase Figura 2.a. (p, 3).

Al igual que este proyecto, se realiza primero un análisis de todo lo que se necesita para la elaboración de la aplicación móvil para el cálculo de fertilizantes. La diferencia con el proyecto citado es que, en el proyecto desarrollado en este documento, no se toman en cuenta los problemas o cálculos de riego del cultivo, solo se centra en el cálculo de fertilizante.

Estas aplicaciones tienen algunas ventajas al ser utilizadas, por ejemplo, en la aplicación móvil del proyecto con el que se hace la comparación según Perez-Castro et al. (2016):

La aplicación desarrollada presenta grandes ventajas como, por ejemplo: una interfaz sencilla e intuitiva que permite a los usuarios resolver un problema complejo en cuestión de minutos; portabilidad puesto que permite acceder al histórico de tratamientos de fertiirrigación de una

determinada explotación agrícola desde cualquier lugar se utiliza únicamente un dispositivo móvil. (p, 3).

Dentro de esta cita, se presentan algunas de las ventajas de la aplicación móvil desarrollada en el proyecto con el que se compara los resultados, la mayoría o todas las ventajas que son presentadas, también, las tiene la aplicación móvil de este documento. La aplicación móvil es sencilla e intuitiva para que los agricultores ingresan con facilidad los datos y de igual manera realicen y observen los resultados del cálculo de fertilizantes para los cultivos.

Otra de las cualidades, que se encuentran en el proyecto comparado es que según Perez-Castro et al. (2016):

Además, la aplicación desarrollada permite al usuario de esta disponer de una base de datos de agricultores (véase Figura 2.c) con sus correspondientes explotaciones agrícolas y el/los cultivos asociados a las mismas. Además, facilita la selección de los datos asociados a una determinada explotación agrícola de una forma sencilla como se observa en la Figura 2.b. Finalmente, los resultados del cálculo para la fertiirrigación se proporcionan de forma tabulada como se muestra en la Figura 2.d. (p, 3).

En este caso esto de la base de datos, no se ha implementado en este proyecto por el motivo de hacer la aplicación no tan pesada y que de esta manera sea instalada en casi cualquier dispositivo con sistema operativo Android. Al no tener una base de datos asociada a la aplicación móvil los resultados se muestran dentro de un resumen, en el cual, se indica la cantidad de nutrientes y fertilizantes en cada etapa del cultivo, esto se observa en la tabla 19. El otro motivo, por el cual, no se implementa la base de datos, es porque esto se lleva a cabo dentro de otro proyecto realizado al a par de una aplicación web para el cálculo de fertilizantes.

Figura 45. Figuras de los resultados a comparar

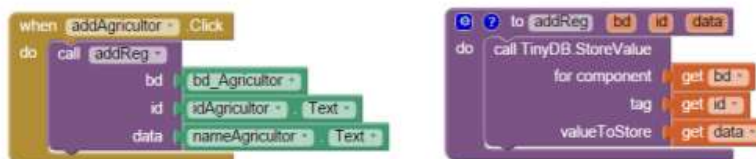
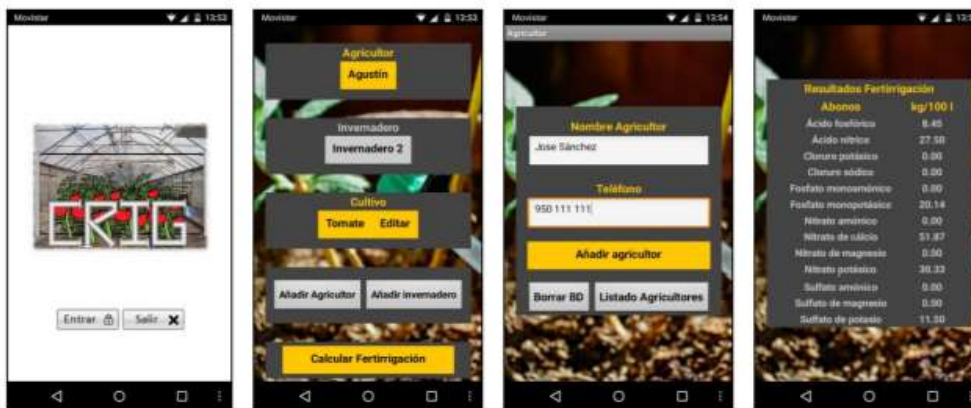


Figura 1. Ejemplo programación basada en bloques



a. Pantalla principal    b. Selección datos    c. Añadir agricultor    d. Resultados cálculo

Figura 2. Capturas de pantalla aplicación CRIG

Tabla 1. Análisis del agua de riego en el caso práctico

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	CE (dS/m)
4.80	0.00	0.70	0.00	0.20	1.60	1.90	1.30	6.20	4.90	1.17

Tabla 2. Equilibrio teórico del caso práctico

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	CE (dS/m)	pH
0.50	0.00	12.00	1.50	6.00	4.00	1.50	1.50	0.00	0.00	3,5	5,5

Fuente: tomado a partir de Perez-Castro et al. (2016).

Tabla 18. Resultados

RECOMENDACION	N	P2O5	K2O	MgO	S
DURAZNO	218,57	160,66	361,38		

Fuente: tomado a partir de MAG (2021).

Tabla 19. Resultados a aplicar

RECOMENDACIONES					
	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>MgO</b>	<b>S</b>
APLICAR	120,009	69,057	49,38	-19,56	

Fuente: tomado a partir de MAG (2021).

En relación con los resultados obtenidos en las pruebas de la aplicación móvil, se llega a la conclusión que estos resultados obtenidos concuerdan con los datos brindados por el MAG. Entonces esta coincidencia de resultados valida el correcto funcionamiento del cálculo de fertilizantes y por ende, también, del correcto funcionamiento de la aplicación móvil en general. Para evidenciar la validación expuesta del proyecto, se compara los resultados obtenidos en la figura 45 con los obtenidos o brindados por el MAG dentro de la tabla 20. Con esto, se confirma que los resultados concuerdan en cada una de las etapas del cultivo.

Tabla 20. Resumen de resultados

RESUMEN ETAPAS FENOLOGICAS DURAZNO					
	<b>AGOSTAMIENTO qq</b>	<b>BROTACIÓN qq</b>	<b>FORMACIÓN DE FRUTO qq</b>	<b>FERTILIZANTE qq</b>	<b>TOTAL qq</b>
<b>N</b>	3,81	2,22	3,81	sulfato de amonio	<b>9,84</b>
<b>P</b>	0,00	3,34	0,00	18-46-00	<b>3,34</b>
<b>K</b>	0,00	0,73	1,10	00-00-60	<b>1,83</b>

Fuente: tomado a partir de MAG (2021).

Para validar el desarrollo de la aplicación móvil de este proyecto, se realiza un resumen de la comparación existente entre este proyecto con los otros dos proyectos relacionados con la temática escogida en este proyecto. Este proceso, se evidencia dentro del cuadro 24, dentro de este cuadro, se presentan las herramientas a comparar dentro de, las cuales, se encuentra la de este proyecto, también, se implementan algunas casillas en las que se coloca una X si la herramienta cumple con lo descrito dentro de esta casilla.

La primera casilla es sobre cálculo de fertilizantes y como su nombre lo dice hace referencia a si la herramienta realiza el cálculo de fertilizantes. La segunda casilla, se trata sobre si la herramienta realiza o permite realizar una elección del tipo de cultivo.

La siguiente casilla, se marca si la herramienta cuenta con una base de datos implementada dentro de la misma. Y la última casilla, se marca si la herramienta aparte de realizar el cálculo de fertilizantes que es la actividad principal de este proyecto realiza otros procesos como el monitoreo de las variables del cultivo, control de riego, entre otras. Una vez obtenidos los resultados, se concluye mediante el análisis de la tabla 21 que este proyecto tiene un cincuenta por ciento de coincidencia con la herramienta 1 y un veinte y cinco por ciento con la herramienta 2.

Tabla 21. Resumen de comparación

Herramientas	Cálculo de fertilizante	Elección del tipo de cultivo	Base de datos	Procesos extras	Resultados
<b>Este Proyecto</b>	X	X	-	-	50%
<b>Herramienta 1</b>	-	-	X	X	50%
<b>Herramienta 2</b>	-	-	-	X	25%

Fuente: elaboración propia

### 3.2. Validación de la Aplicación Móvil

Para realizar la validación del funcionamiento de este proyecto frente al usuario, se emplea el modelo de validación de software llamado calidad interna y externa. Para explicar y que este método de validación quede muy claro se especifica los enfoques de calidad interna y externa de un producto software, y esto se hace siempre a través de sus bases que se encuentran en el estándar ISO9126-1(2001). Para realizar las definiciones de lo que es la calidad interna y externa se conoce que según Covella, G. J. (2005):

- Calidad Interna está especificada por un modelo de calidad (similar al modelo 9126), y es medida y evaluada por medio de atributos estáticos de documentos tales como especificación de requerimientos, arquitectura o diseño; piezas de código fuente, etc. En etapas tempranas del ciclo de vida del software es posible

medir, evaluar y controlar la calidad interna de estos productos, pero asegurar la calidad interna no es generalmente suficiente para asegurar calidad externa.

- Calidad Externa está especificada, también, por un modelo de calidad (similar al modelo 9126), y es medida y evaluada por medio de propiedades dinámicas del código ejecutable en un sistema de computación, esto es, cuando un módulo o la aplicación completa es ejecutado en una computadora o en una red que simula lo más cercanamente posible un ambiente real. En fases tardías del ciclo de vida del software (principalmente en distintas etapas de testing o ya en estado operativo de un producto de software o aplicación Web), es posible medir, evaluar y controlar la calidad externa de estos productos ejecutables. (p, 7).

Una vez puesto en conocimiento lo que significa y lo que se hace dentro de la evaluación interna y la externa se empieza a formular tablas y otros formatos para la evaluación del funcionamiento de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto.

Para comenzar dentro del Cuadro 5, se presentan las características, las sub características, las medidas de calidad que se tienen en cuenta según el modelo para realizar dentro de lo que es la primera etapa.

Cuadro 5. Calidad externa del producto de software

Características/Subcaracterísticas		Medidas
Adecuación funcional	Complejidad funcional	Cobertura de la implementación funcional
Fiabilidad	Madurez	Eliminación de fallos
		Densidad de fallos
		Cobertura de pruebas
Usabilidad	Facilidad de aprendizaje	Complejidad de la documentación del usuario o facilidad de ayuda
	Facilidad de operación	Consistencia operacional
		Claridad del mensaje
	Protección contra errores del usuario	Cheque de la validez de la entrada de datos Evasión de operaciones incorrectas
Eficiencia de comportamiento	Comportamiento temporal	Tiempo medio de respuesta
		Tiempo medio de rendimiento
	Capacidad	Número máximo de solicitudes en línea
		Número máximo de accesos simultáneos
Facilidad de mantenimiento	Facilidad de modificación	Localización del grado de impacto de la corrección
	Facilidad de prueba	Capacidad de reinicio de la prueba
Seguridad	Autenticidad	Métodos de autenticación

Fuente: tomado a partir de Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016).

De igual manera para cada una de estas medidas, se define, a partir del propósito y lo especificado dentro de la ISO/IEC 9126-20 o la ISO/IEC 25025, aquí nos explica cómo se usar la herramienta que facilita este proceso y el rango de valores para la obtención estos valores. Esto se refleja dentro de la tabla 22 y de esta manera se logra ejemplificar con la medida cobertura de la implementación funcional del proyecto.

Tabla 22. Medida de calidad Cobertura de la implementación funcional

Propósito	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a las especificaciones de requisitos?
Según ISO/IEC 9126-2	$X1 = 1 - A1/B1$ A1= Número de funciones que faltan o son incorrectas B1= Número de funciones que se indica en la especificación de requisitos.
Según Test Complete	$X = 1 - A/B$ A= Total de errores (A1 funciones incorrectas) o funciones faltantes (A1 funciones que faltan). B= Total de funciones especificadas en los requerimientos B1.
Rango	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a 1 el valor de X, mayor el valor de la medida.

Fuente: tomado a partir de Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016).

Para que se inicie con la evaluación del proyecto se propone un conjunto de cinco indicadores que se encuentran dentro del rango de muy bueno, bueno, aceptable, regular y deficiente. Además, se establece cuatro criterios de calidad y su rango va desde muy buena, buena, aceptable y deficiente, todo esto se hace en función de los resultados de los indicadores para cada medida, sub característica y característica de calidad, estos criterios son establecidos con el objetivo de brindar un valor más amplio y claro de los resultados alcanzados dentro del proyecto en este caso de la aplicación móvil. La propuesta de indicadores híbrida es presentada en la tabla 23.

Tabla 23. Propuesta de indicadores de calidad del software

Rango de indicaciones	Interpretación del resultado
$0.95 \leq X \leq 1$	Muy bueno
$0.90 \leq X \leq 0.94$	Bueno
$0.75 \leq X \leq 0.89$	Aceptable
$0.50 \leq X \leq 0.74$	Regular
$X \leq 0.49$	Deficiente

Fuente: tomado a partir de Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016).

Los resultados obtenidos, se categorizaron de 0.90 a 0.94 en el rango del valor Bueno e incluir un rango de 0.95 a 1, donde se indique que el resultado es Muy bueno y, por lo tanto, más adecuado desde el punto de vista de la calidad del producto. En la tabla 24, se realiza una propuesta de criterios con el propósito de evaluar la calidad del producto de software. Como se observa, los productos solo son liberados si las medidas evaluadas son buenas o muy buenas y cumplen con las expectativas. Tomar como base estos criterios, hace posible evaluar tanto las medidas como las sub características y las características de calidad. Esto permite obtener una valoración más integral y una interpretación más clara de los resultados alcanzados respecto de la calidad del producto de software evaluado, sin dejar de precisar las medidas que fundamentan esta evaluación. En las columnas etiquetas como C, S, P y E, se presenta:

- C- Valoración de la calidad de la sub característica
- S- Valoración de la calidad de la característica

P- Valoración de la calidad del producto

E- Estado del producto

Cuadro 6. Criterios para evaluar la calidad

Criterio	C	S	P	E
Al menos una medida de una subcaracterística es deficiente o regular	Deficiente			No liberado
El 50% o más, de las medidas de una subcaracterística son aceptables y el resto buenas o muy buenas. Al menos una medida aceptable y el resto buenas o muy buenas. Todas las medidas de una subcaracterística son buenas.	Aceptable			No liberado
Más del 50% de las medidas de una subcaracterística son buenas y el resto son muy buenas. Todas las medidas de una subcaracterística son buenas.	Buena			Liberado
Más del 50% de las medidas de una subcaracterística son muy buenas y buenas. Todas las medidas de una subcaracterísticas son muy buenas.	Muy buena			Liberado

Fuente: tomado a partir de Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016).

Se realiza el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación móvil de este proyecto que es evaluado por el modelo de calidad interna y externa definido para la evaluación de productos de software. En la tabla 25, se muestran los resultados de las medidas de calidad para cada uno de los subsistemas evaluados.

Tabla 24. Evaluación de la calidad

Medida de calidad	Valor	Interpretación del resultado
Cobertura de la implementación funcional	0.94	Bueno
Densidad de fallos contra los casos de prueba	0.99	Bueno
Eliminación de fallos	1	Muy bueno
Cobertura de pruebas	1	Muy bueno
Consistencia operacional	1	Muy bueno
Tiempo medio de respuesta	0.87	Aceptable
Tiempo medio de rendimiento	0.75	Regular
Localización del grado de impacto de la corrección	1	Muy bueno
Métodos de autenticación	1	Muy bueno
Compleitud de la documentación del usuario o facilidad de ayuda	0.75/0.67	Regular
Claridad del mensaje	0.93	Bueno
Chequeo de la validez de la entrada de datos	0.93	Bueno
Evasión de operaciones incorrectas	0.83	Aceptable
Capacidad de reinicio de la prueba	1	Muy bueno

Fuente: tomado a partir de Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016).

Al aplicar lo explicado anteriormente con un profesional o un desarrollador de aplicaciones, se obtuvo los resultados mostrados dentro de la tabla 26. Dentro de cada medida de calidad, que se han calificado rondan entre muy bueno y aceptable y uno solo con regular. Una vez obtenidas todos los valores sobre las medidas de calidad se realiza un promedio con todos ellos y el resultado es de 0.89 y esto a través del rango de indicadores nos dice que el resultado de este proyecto es aceptable.

Tabla 25. Evaluación de calidad desarrollador

Medida de calidad	Valor	Interpretación del resultado
Cobertura de la implementación funcional	0.88	Aceptable
Densidad de fallos contra los casos de prueba	0.9	Bueno
Eliminación de fallos	0.98	Muy bueno
Cobertura de pruebas	0.99	Muy bueno
Consistencia operacional	0.96	Muy bueno
Tiempo medio de respuesta	0.87	Aceptable
Tiempo medio de rendimiento	0.83	Aceptable
Localización del grado de impacto de la corrección	0.97	Muy bueno
Complejidad de la documentación del usuario o facilidad de ayuda	0.55	Regular
Claridad del mensaje	0.9	Bueno
Chequeo de la validez de la entrada de datos	0.96	Muy bueno
Evasión de operaciones incorrectas	0.88	Aceptable
Capacidad de reinicio de la prueba	0.99	Muy bueno

Fuente: elaboración propia

De igual manera, se vuelve a aplicar el anterior cuadro esta vez con un profesional del MAG y mediante este proceso, se obtuvo los resultados mostrados dentro de la tabla 27. Dentro de cada medida de calidad, que se han calificado rondan entre muy bueno y aceptable y uno solo con regular al igual que el anterior como ya se dijo. Una vez obtenidas todos los valores sobre las medidas de calidad, se realiza un promedio con todos ellos y el resultado es de 0.91 y esto a través del rango de indicadores nos dice que el resultado de este proyecto es bueno.

Tabla 26. Evaluación de calidad MAG

Medida de calidad	Valor	Interpretación del resultado
Cobertura de la implementación funcional	0.9	Bueno
Densidad de fallos contra los casos de prueba	0.8	Aceptable
Eliminación de fallos	0.95	Muy bueno
Cobertura de pruebas	0.98	Muy bueno
Consistencia operacional	0.9	Bueno
Tiempo medio de respuesta	1	Muy bueno
Tiempo medio de rendimiento	0.95	Muy bueno
Localización del grado de impacto de la corrección	0.94	Bueno
Compleitud de la documentación del usuario o facilidad de ayuda	0.75	Aceptable
Claridad del mensaje	0.91	Bueno
Chequeo de la validez de la entrada de datos	0.96	Muy bueno
Evasión de operaciones incorrectas	0.93	Bueno
Capacidad de reinicio de la prueba	0.96	Muy bueno

Fuente: elaboración propia

## CONCLUSIONES

- La construcción de un marco conceptual sobre aplicaciones móviles, cultivos y fertilizantes de manera correcta, para que se inicie con el proceso correspondiente a la elaboración de la aplicación móvil desarrollada en este proyecto. A este paso, también, se lo conoce como marco teórico y es de vital importancia para cualquier proyecto, que se realice porque mediante este, se adquiere conocimientos sobre la temática del proyecto. En este marco conceptual, se fundamenta toda la parte investigativa del proyecto, aquí se presenta la información más importante de los temas, que se encuentran relacionados con el proyecto. Investigar y recolectar la correcta información es fundamental para el desarrollo del proyecto puesto que con el conocimiento adquirido de esta información se cubre todas las necesidades que satisfacen el proyecto con una tasa muy baja o nula de errores.
- El diagnóstico de la situación actual de las aplicaciones móviles para los cultivos y sus diferentes procesos, permite conocer acerca de qué la tecnología ha sido desarrollada dentro del campo de todo lo que tiene que ver con el cálculo de fertilizantes en los cultivos. Mediante este diagnóstico, se concluye que no se han desarrollado aún ningún tipo de aplicaciones móviles que este concentrado solo al cálculo de fertilizantes. Los proyectos que están más relacionados con la temática son una aplicación móvil para el fertirriego de un cultivo y el otro se trata solo de una aplicación móvil para realizar el monitoreo de las propiedades del cultivo. Estos dos estudios al igual que están relacionados, también, tienen sus diferencias, una de estas es que, en los dos proyectos, se trata de cultivos dentro de invernaderos y estos son ambientes controlados por así decirlo. Entonces en cuanto a trabajos relacionados, no se pudo basar mucho en este proyecto, pero los existentes si ayudaron en algunos pasos.
- El diseño de la aplicación móvil basado en metodología SCRUM, ayuda en gran manera en el desarrollo de proyectos tecnológicos. De igual manera, para mejor la

ejecución se investiga cuáles son las fases que se cumplen dentro de la metodología SCRUM, después de investigar se concluyó que las fases son la de planificación, desarrollo y la de finalización. Mediante el cumplimiento de cada una de estas fases y de las diferentes partes dentro de ellas, se logra el cumplimiento de la aplicación móvil desarrollada dentro de este proyecto. Al ser una metodología muy completa mediante esta, se realiza las pruebas sobre el correcto funcionamiento de la aplicación móvil.

- La validación de la aplicación móvil para calcular la cantidad de fertilizante, se realiza con los resultados obtenidos en este proyecto con una comparación con los resultados de otros proyectos relacionados con este. Como bien se explica los demás proyectos relacionados no se encuentran enfocados solo con el cálculo de fertilizantes si no que se concentran en otros procesos. Después de haber denotado sus diferencias se realiza la comparación y de esta manera se concluye que este proyecto tiene un cincuenta por ciento de coincidencia con la herramienta 1 y un veinte y cinco por ciento con la herramienta 2 y esto se evidencia dentro del cuadro 24. Para cumplir con la validación, se cuenta con las respectivas pruebas y evidencias de un profesional de programación de aplicaciones y de un profesional del MAG y los resultados tienen un puntaje alto. Esto se realiza mediante medidas de calidad y en los resultados de cada medida de calidad, se han calificado y rondan entre muy bueno y aceptable y uno solo con regular dentro de cada validación. Una vez obtenidas todos los valores sobre las medidas de calidad, se realiza un promedio con todos ellos y el resultado es de 0.89 con el profesional de programación y este resultado es aceptable, el otro resultado del profesional del MAG es de 0.92 y este resultado es bueno.

## RECOMENDACIONES

- Contar con las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación móvil y comprobar que estas herramientas, se encuentren actualizadas para de esta manera se realice la elaboración la aplicación móvil sin ningún inconveniente. En este caso, se recomienda que la aplicación llamada *Android Studio* esté actualizada, para que de esta manera no haya conflictos en el desarrollo de la aplicación móvil tanto con lo que respecta a los plugin y a la compilación del proyecto. En caso de requerir, se tiene instalado y actualizado *Photoshop*, esta herramienta nos ayuda en la modificación y creación de las imágenes, que se van a utilizar en el diseño de la aplicación móvil. Para los iconos de la aplicación descargan tanto de *Google* mediante la búsqueda de imágenes con fondos transparentes y, también, en páginas web que sean para descargar iconos sin derechos de autos, esta última es la mejor opción.
- Tener en cuenta con que lenguaje de programación, se crea el proyecto de la aplicación móvil, lo mejor es crear el proyecto con un lenguaje de programación, que se conozca o que por lo menos, se tenga bases de cómo programar en el lenguaje elegido. Como se menciona en este proyecto la aplicación móvil es desarrollada en el programa *Android Studio* y al momento de crear el proyecto, se tiene en cuenta cada una de las configuraciones del proyecto, en este caso se hace hincapié en la elección del lenguaje de programación, hay dos opciones de lenguaje de programación *kotlin* y *java*. Entonces, se tiene en cuenta en cuál de los dos lenguajes de programación, se tiene más experiencia y conocimiento, de esta manera no existen barreras que demoren el desarrollo del proyecto.
- Investigar la manera de cómo se implementa una base de datos a la aplicación móvil para que se incluyan todos o más tipos de cultivos para realizar el cálculo de fertilizantes. A pesar de llegar a implementar la base de datos, se encuentra la manera y el método correcto para que la aplicación móvil a pesar de contar con la

base de datos, no se vuelva tan pesada. La aplicación móvil desarrollada en este proyecto no es muy pesada porque caso contrario muchos de los agricultores no tienen teléfonos celulares tan avanzados, entonces la aplicación móvil es ligera por así decirlo para que sea instalada en cualquier tipo de dispositivo móvil y que tampoco consuma tantos recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alejandra, S. F. M. (2020). Curva de absorción de nutrientes del cultivo de maíz (*Zea Mays*), en suelos entisoles de puerto inca, Naranjal–Ecuador (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).
- Alfonzo, P. L., Mariño, S. I., & Godoy, M. V. (2012). Propuesta de aplicación de SCRUM para gestionar el proceso de mantenimiento del software: estudio preliminar. *Técnica Administrativa*, 11(1), 1666-1680.
- Ávila Cruz, H. C., & Cortes Diaz, J. C. (2016). Guía para la realización de aplicaciones móviles en los sistemas operativos Android e IOS.
- Bernier, R. (2000). Diagnóstico de la fertilidad del suelo. Serie Actas-Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Bordoli, J. M. (2001). Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. *Siembra Directa en el Cono Sur*. Montevideo: PROCISUR. (Serie Documentos), 289-297.
- Caso, N. (2004). SCRUM development process. Universidad Tecnológica Nacional. (En línea). Consultado, 22.
- Castillo González, A. M., Hernández Maruri, J. A., Avitia García, E., Pineda Pineda, J., Valdéz Aguilar, L. A., & Corona Torres, T. (2011). Extracción de macronutrientes en banano'Dominico'(Musa spp.). *Phyton (Buenos Aires)*, 80(1), 65-72.
- Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007). requerimientos nutricionales Absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. *Boletín Técnico*, Buenos Aires (Argentina): International Plant Nutrition Institute (IPNI).

- Covella, G. J. (2005). Medición y evaluación de calidad en uso de aplicaciones web (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- DEL AGRO–AGROCALIDAD, C. A. L. I. D. A. D. (2015). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Douglas, M., Perdomo, M., Cuellar Medina, L. A., & Quiroga Medina, C. C. (2018). Sistema automatizado de riego, fertilización y fumigado para cultivo de habichuela bajo invernadero, monitoreado mediante aplicación móvil.
- Enrech, S. (2013). Diseño de una aplicación web para el control de los cultivos frutales (Bachelor's thesis).
- Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos-UNPA*, 5(2), 25-47.
- Ferraris, G. N., & Pergamino, D. R. I. (2005). Muestreo y Análisis de Suelo: Punto de partida hacia un diagnóstico de fertilidad. *Desarrollo Rural INTA*.
- Fiaviniegra J. (2020). ESTRATEGIAS DE SINCRONIZACIÓN. Blog de Programación Avanzada de Software. <https://bit.ly/3yNO7W9>.
- Finck, A. (1988). Fertilizantes y fertilización. Reverté.
- García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología*. Recuperado de [http://www.palermo.edu/ingenieria/Ciencia\\_y\\_tecnologia/ciencia\\_y\\_tecno\\_8.html](http://www.palermo.edu/ingenieria/Ciencia_y_tecnologia/ciencia_y_tecno_8.html).
- García, G. N., & Navarro García, S. (2014). Fertilizantes: química y acción. Ediciones Paraninfo, SA.

- Herrera Molina, J. D. (2016). Erosión del suelo por fertilizantes de la agricultura convencional, efecto en el cultivo de maíz versus bosque primario en Jauneche (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil).
- Jiménez Cordero, M. A., & García Coello, E. A. (2015). Aplicación móvil celular para incentivar el turismo urbano en Guayaquil (Bachelor's thesis).
- MAG. (2021). Cálculo de Nutrición Caducifolios.
- Mantilla, M. C. G., Ariza, L. L. C., & Delgado, B. M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20-35.
- Mariño, S. I., & Alfonzo, P. L. (2014). Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación. *Scientia et technica*, 19(4), 413-418.
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4.
- Perez-Castro, A., Sanchez, J. A., Castilla Nieto, M. D. M., Sanchez-Moreno, J., & Berenguel Soria, M. (2016). CRIG: Una aplicación móvil para cálculos de fertirriego.
- Polo, L. A. T., Arroyo, E., & Vegetal, F. (2016). Macronutrientes y Micronutrientes.
- Rea-Sánchez, V., Maldonado-Cevallos, C., & Villao-Santos, F. (2015). Los Sistemas de Información para lograr un desarrollo competitivo en el sector agrícola. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(13), 122-129.
- Reyes, A. G., González, A. H., & Ampuero, M. A. (2016). Modelo básico inicial de calidad externa para productos de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 94-113.

Rodríguez, S. F. (1982). Fertilizantes. Nutrición vegetal. AGT editor. México, DF.

Sierra, A., Simonne, E., & Treadwell, D. (2007). Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas. EDIS, 2007(17).

Sulca Martínez, C. L. (2016). Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Sector Agrícola que Permita Mejorar el Nivel de Competitividad y Producción con el Uso de Nuevas Tecnologías (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales).

Trigás Gallego, M. (2012). Metodología scrum.

Ulloa Guitián, M., Abreu, C. A., & Paz González, A. (2001). Disponibilidad de macro-y micronutrientes en un suelo de cultivo de Mabegondo (A Coruña).

Vique, R. R. (2019). Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Zuñiga Macías, A. (2015). Análisis prospectivo de una línea productiva con fertilizantes granulados para la empresa Solvesa Ecuador (Master's thesis).

## ANEXOS

### Anexo 1

Oficio realizado por el MAG hacia la PUCESA para solicitar el desarrollo del proyecto en el que se programa una aplicación móvil capaz de calcular el fertilizante necesario para cada tipo de cultivo.

**Oficio Nro. MAG-DDTUNGURAHUA-2021-1067-O**

**Ambato, 28 de septiembre de 2021**

**Asunto:** Solicito apoyo técnico para la elaboración de una aplicación móvil para cálculo de fertilizantes en rubros agrícolas de la Provincia de Tungurahua.

Ingeniero  
Santiago Alejandro Acurio Maldonado  
**Director de Escuela de Ingeniería**  
**PUCESA**

Ingeniero  
Galo Mauricio Lopez Sevilla  
**Coordinador Centro de Transferencia de Tecnologías**  
**PUCESA**  
En su Despacho

De mi consideración:

En el Acuerdo Ministerial Nro. 093, publicado el 09 de julio del año 2018, se expide el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del MAG, donde se establece como misión que “Es la Institución rectora del sector agropecuario, encargada de la articulación de los servicios financieros y no financieros, facilitando el desarrollo de los mercados de los servicios no financieros, a través de la política pública para agricultura comercial y la agricultura familiar campesina priorizando los servicios de comercialización, asociatividad e innovación, para mejorar las condiciones de vida de la población garantizando la soberanía alimentaria”.

En el Acuerdo Ministerial Nro. 105, del 19 de agosto del año 2018, se expide el “Manual de procedimientos del Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productiva Agrícola, PITPPA”, en el literal l) se señala que el “*Proyecto de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola, PITPPA, ha surgido de la necesidad de consolidar la intervención en territorio y canalizar coordinadamente las acciones de las diferentes unidades y estrategias del MAG para de esta manera lograr una intervención integral, en las organizaciones de pequeños y medianos productores, así como en productores independientes, [...]*”.

La problemática de atención que orienta la ejecución del PITPPA, se resume en: a) Limitada transferencia de tecnología; b) Baja asociatividad; c) Genética de baja calidad; d) Expansión de la frontera agrícola; e) Escaso acceso al riego; f) Inadecuado uso de recursos (naturales, financieros, tecnológicos entre otros); g) Sistemas de comercialización deficientes; y, h) Débil equipamiento e infraestructura productiva.

En el Modelo de gestión del PITPPA se señala: Que, el PITPPA, dentro de su modelo de

**Oficio Nro. MAG-DDTUNGURAHUA-2021-1067-O**

**Ambato, 28 de septiembre de 2021**

gestión, se encarga de generar las dinámicas de interacción que faciliten el financiamiento e implementación de las acciones a nivel territorial requeridas por las diferentes áreas temáticas que se articulan al mismo, esto implica que, a nivel del Ministerio, Viceministerio, Estrategias, Sub estrategias y coordinaciones se generen las políticas de intervención articuladas con las necesidades territoriales definidas por las direcciones provinciales quienes tienen el conocimiento territorial para tal efecto y que finalmente son entes ejecutores. Y que, en otro contexto acoge las propuestas específicas desde territorio, misma que deberán estar vinculadas a encadenamientos productivos, para de esta manera priorizar aquellas propuestas asociadas a actividades productivas con posibilidades de vincularse a procesos económicos más amplios y recibir las ventajas de trabajar en una cadena productiva.

La Dirección Distrital de Tungurahua viene trabajando en buscar propuestas tecnológicas para ser más eficientes, con miras a una agricultura de precisión, reduciendo los costos de producción y aumentando los rendimientos, mejorando los ingresos de los pequeños y medianos agricultores.

Con los antecedentes señalados **SOLICITO** de la manera mas comedida que a través de sus diferentes unidades o programas se brinde el apoyo técnico para la elaboración de una aplicación móvil donde los agricultores puedan calcular la cantidad de fertilizante a utilizar por tipo de cultivo y época de aplicación, para el desarrollo adecuado de esta actividad favor comunicarse con el Ing. Martín Muñoz, técnico de la Dirección Distrital de Tungurahua quien coordinará y brindará toda la información necesaria que se requiera, celular 0982312593, correo mmunoz@mag.gob.ec.

Con la finalidad de mantener una permanente y adecuada coordinación pongo en su consideración la posibilidad de la firma de un convenio de cooperación interinstitucional, el mismo que permitirá desarrollar actividades que beneficiarán a los productores agropecuarios de nuestra provincia.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

*Documento firmado electrónicamente*

Sr. Edison Gustavo Cobo Lascano  
**DIRECTOR DISTRITAL TUNGURAHUA**

**Oficio Nro. MAG-DDTUNGURAHUA-2021-1067-O**

**Ambato, 28 de septiembre de 2021**

Copia:

Señor Ingeniero  
Santiago Alberto Pinos Medina  
**Servidor Público 3**

Señora Magfster  
Ivonne Maricela Aguilar Villacis  
**Servidor Público 5**

Señor Ingeniero  
Martin Isaac Muñoz Barrionuevo  
**Servidor Publico 3**

Señor Ingeniero  
Cristian Agustín Vargas Velasco  
**Servidor Publico 3**

mm/SP

## Anexo 2

### Solicitud del logo del MAG



Ambato, abril 13 del 2022  
CTT-012-2022

Edisson Cobo  
DIRECTOR DISTRITAL  
MAG - TUNGURAHUA  
Presente

De mis consideraciones:

Reciba un atento y cordial saludo a la vez, el deseo de éxitos en las funciones que usted acertadamente desempeña a favor del sector agropecuario de la provincia.

En el marco del convenio interinstitucional entre el MAG y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, los estudiantes vienen trabajando en el desarrollo y diseño de la aplicación móvil para dosificación de fertilizantes, que permitirá realizar el cálculo de la cantidad de fertilizante que debe ser aplicado en cada uno de los tipos de cultivos seleccionados. Por tal, razón solicitamos a través de su intermedio se disponga a quien corresponda se facilite a los estudiantes autores del proyecto antes mencionado el logo institucional del MAG para ser incorporado dentro de las aplicaciones y que una vez listo el diseño se procederá a su revisión entre ambas instituciones.

Por su favorable atención, quedó agradecido

Atentamente,

Ing. Mg Galo López S.  
COORDINADOR



**CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PUCE-A**