

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA INFORMÁTICA CON**  
**MENCIÓN EN INGENIERÍA DE SOFTWARE**



para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Informática con  
mención en Ingeniería de Software

“Aplicación Web y Móvil para mejorar el monitoreo de las Etapas  
Fenológicas del Maíz Morado, 2017”

Autor (a): Bach. Claudia Yolanda Palomino Narvaez

Asesor: Mg. Ángel Augusto Velásquez Nuñez

LIMA-PERÚ

**2018**

## *DEDICATORIA*

*A mis padres, por sus consejos, enseñanzas, motivación constante, pero sobre todo, por el amor incondicional que me brindan en todo momento.*

*A mis hermanos, por siempre brindarme la mano y por compartir conmigo los buenos y malos momentos.*

*A Toño, quien me brindó su amor y apoyo incondicional.*

# AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinita bondad, por guiar mis pasos y permitirme cumplir nuevas metas.

Al Mg. Ángel Augusto Velásquez Nuñez por sus enseñanzas y el tiempo dedicado a la asesoría del presente trabajo.

A los docentes de la Maestría en Ingeniería Informática con mención en Ingeniería de Software, quienes contribuyeron a mi formación profesional, brindando sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros de estudio, quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.

# RESUMEN

La producción de maíz morado en el Perú, ha ido incrementando en los últimos años debido a la creciente demanda en el mercado nacional e internacional, siendo lo suficientemente alta como para abastecer un extenso y variado mercado. Sin embargo, muchos factores limitan la producción (condiciones climáticas, fisiográfica, fenómenos naturales, entre otros), por lo cual, se realiza un control constante a fin de obtener un producto de calidad y alcanzar niveles óptimos de producción. Por lo expuesto, se evidencia la necesidad de facilitar y agilizar las tareas de monitoreo de cada etapa fenológica que atraviesa el maíz morado.

El objetivo de esta investigación fue implementar una aplicación web y móvil para mejorar el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

La presente investigación se respaldó por un marco teórico, siendo una investigación de tipo científica, con diseño de investigación cuasi experimental. Para realizar el procesamiento de información la investigación, se empleó el programa Statistical Product and Service Solutions conocido como SPSS.

Luego del análisis de los resultados se pudo afirmar que el uso de la aplicación disminuye el tiempo de registro de información en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado, disminuye el tiempo de estimación del rendimiento del maíz morado en cada etapa fenológica y genera recomendaciones orientadas a mejorar dicho rendimiento.

Finalmente, y como consecuencia de lo expuesto, se concluyó que el uso de una aplicación web y móvil mejora el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

**Palabras clave:** Maíz morado, aplicación móvil, aplicación web, monitoreo de etapas fenológicas, rendimiento.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN.....	4
CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	6
1.1. Introducción .....	6
1.2. Formulación del problema y justificación del estudio .....	10
1.3. Antecedentes relacionados con el tema.....	11
1.4. Objetivos generales y específicos .....	13
1.5. Limitaciones del estudio .....	13
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Bases teóricas relacionadas con el tema.....	14
2.2. Definición de términos usados .....	27
2.3. Hipótesis.....	27
2.4. Variables .....	28
CAPÍTULO III : METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.1. Diseño de investigación .....	29
3.2. Población y muestra .....	30
3.3. Técnicas e instrumentos .....	31
3.4. Recolección de datos.....	31
CAPÍTULO IV : RESULTADOS.....	32
4.1. Desarrollo de aplicación web y móvil.....	32
4.2. Resultados .....	80
4.3. Análisis de resultados.....	86
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	87
Conclusiones .....	87
Recomendaciones.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
ANEXOS.....	92

# CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1 Introducción

El maíz morado (*Zea mays* raza *kcully*) es un variación del maíz considerada como una selección especial del maíz amiláceo, de granos de cáscara morada con alto contenido de almidón, donde la tusa conocida también como coronta contiene las antocianinas, que son utilizadas por la industria alimenticia mundial. (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2012)

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), la producción nacional por departamentos para el año 2015 está liderado por el departamento de Lima con una producción de 10.8 miles de toneladas, Huánuco 2.1, Ancash 2.1, La Libertad 1.9, entre otros, obteniendo una producción total de 21.2.

Durante el año 2015, los principales mercados destino de las exportaciones de maíz morado fueron: Estados Unidos y Ecuador que recibieron el 78% del total de envíos, asimismo, España recibió el 11%, Chile 3%, Japón e Italia un total del 3% (Ver Figura N° 01).

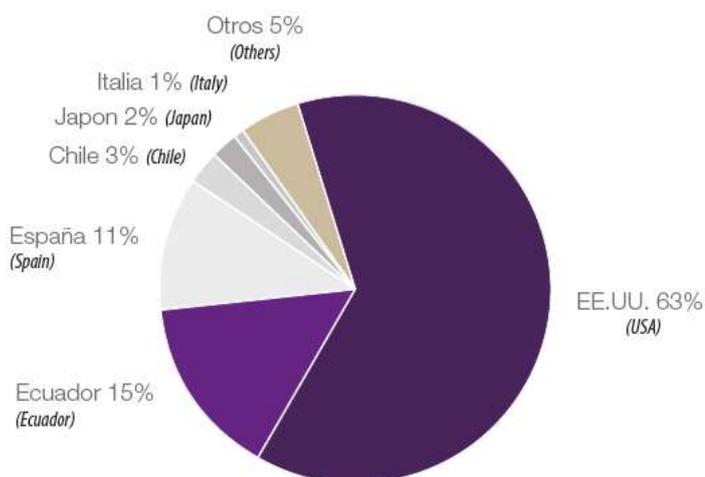


Figura N° 01: Exportación de maíz morado según país destino 2015

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2017)

Para el Sistema Integrado de Comercio Exterior (2018), las exportaciones del producto maíz morado según sus principales mercados en el 2017 se realizan a Estados Unidos con un 41.07%, Ecuador 24.33%, Chile 15.83%, entre otros (Ver Figura N° 02).

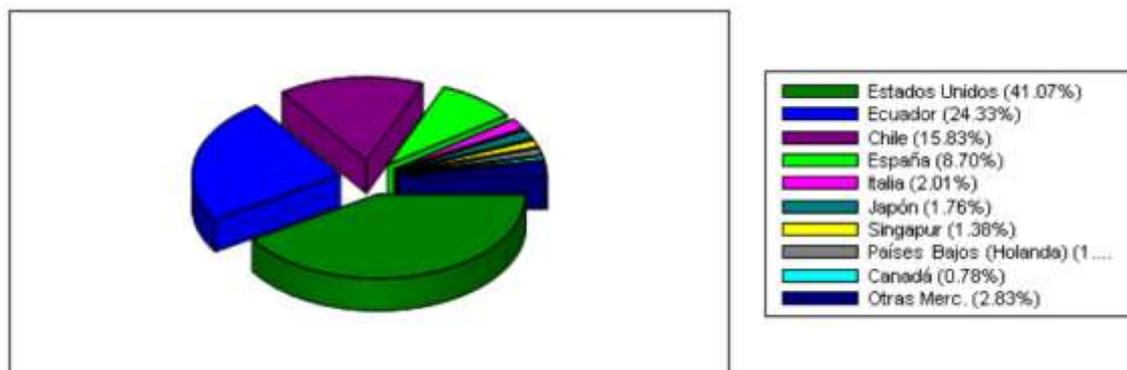


Figura N° 02: Exportación de maíz morado según sus principales mercados 2017

Fuente: Sistema Integrado de Comercio Exterior (2018)

En el año 2017 se ha alcanzado niveles más elevados respecto a la producción del año 2016, marcando una ligera mejoría. Se observa que el principal destino es Estados Unidos, seguido de Ecuador, Chile, España, entre otros (Ver Figura N° 03).

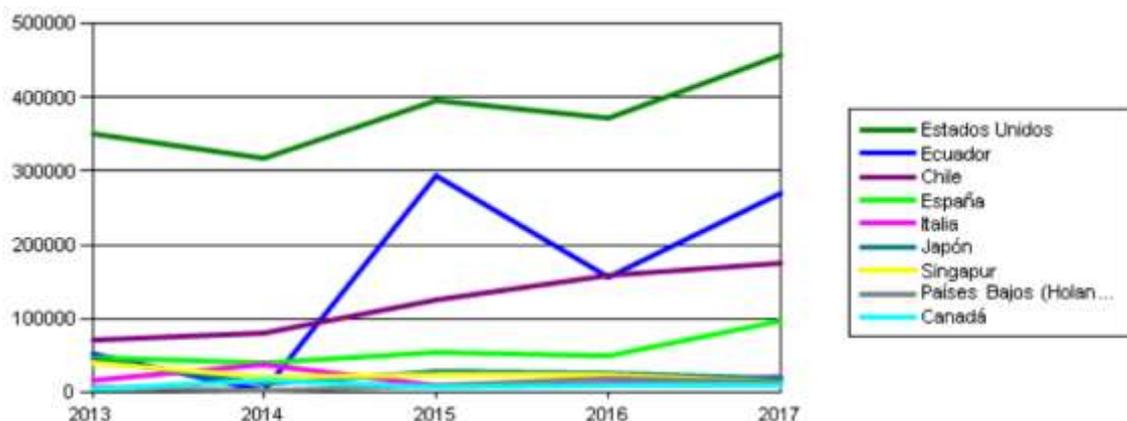


Figura N° 03: Evolución de las exportaciones del producto maíz morado 2013-2017

Fuente: Sistema Integrado de Comercio Exterior (2018)

Teal, Tubana, Girma, Freeman, Arnall, Walsh y Raun (2006), sostienen respecto al monitoreo:

El seguimiento, revelamiento o monitoreo de los cultivos a lo largo del ciclo

constituye una práctica agronómica habitual, que se realiza de manera más o menos sistemática y objetiva para obtener información cuali y cuantitativa sobre la evolución de la cosecha. De esta forma, es posible detectar oportunamente los factores limitantes (de carácter sanitario, nutricional, por competencia, etc.) que pueden restringir la productividad de los cultivos. (Citado en De la Casa, 2011, p.1)

El seguimiento y control realizado durante el proceso de crecimiento del maíz morado es considerado como una actividad de gran importancia que permite identificar los factores que limitan la producción. Por lo cual, se debe mejorar y agilizar las tareas realizadas durante el monitoreo de las etapas fenológicas del cultivo del maíz morado a fin de alcanzar los niveles óptimos de producción.

El objetivo de la investigación es implementar una aplicación web y móvil para mejorar el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

La mejora en el monitoreo de los factores que intervienen en el rendimiento del maíz morado, es de suma importancia para la producción y comercialización, ya que permite conocer la situación actual del cultivo y tomar las acciones necesarias al comparar el rendimiento obtenido en cada etapa fenológica con el rendimiento calculado inicialmente. Asimismo, esta mejora reduce el tiempo de registro de información que se emplea actualmente al realizarlo en forma manual.

De la Casa (2011), en su investigación realiza un monitoreo de campo para cultivos de maíz en el área central de la provincia de Córdoba - Argentina, con la finalidad de estimar en forma remota el rendimiento final de la producción en función a los parámetros que lo afectan.

Rengifo y Castillo (2015), consideran la vigilancia fenológica de suma importancia para obtener una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas que conducen a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Acosta (2016), debido a la necesidad de contar con un sistema de información basado en recomendaciones que sirva como guía, sobre todo a las personas más jóvenes en el manejo integrado del cultivo de papa, desarrolló un sistema de información con la finalidad de apoyar en el diagnóstico y recomendación para optimizar el cultivo de la papa en la región de Puno.

La presente investigación es de tipo científica, interdisciplinaria, experimental y aplicada tecnológica, con diseño de investigación cuasi experimental. El ámbito de la investigación es de tipo correlacional debido a que se mide las dos o más variables para determinar si están o no relacionadas.

La población de estudio está compuesta por el Cultivo del maíz morado. Así mismo, se considera como unidad de análisis al cultivo del maíz morado. La muestra ha sido elegida por conveniencia y corresponde a 2 hectáreas de cultivo de maíz morado en el Distrito de Huanta, Ayacucho.

La técnica empleada es el análisis documental de la planilla fenológica y guía de campo de cultivo del maíz morado.

La aplicación web y móvil se desarrolla empleando el proceso ágil XP, obteniendo los artefactos y generando la documentación en cada iteración durante el ciclo de vida del software.

La implementación de la aplicación móvil mejora el registro de información y el proceso de estimación de rendimiento del maíz morado en el monitoreo de las etapas fenológicas. Asimismo, la aplicación pudo ofrecer recomendaciones acorde a los escenarios, orientadas a mejorar el rendimiento del maíz morado

Por lo cual, se prueba la hipótesis planteada “El uso de una aplicación web y móvil mejorará el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado”.

La presente investigación está organizada en cinco capítulos: En el primer capítulo se plantea la problemática actual de la producción de maíz morado, se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la presente investigación, así como los antecedentes, la justificación y los límites de la misma. En el segundo capítulo se refiere al marco teórico y las hipótesis planteadas. En el tercer capítulo se expone el diseño de investigación, la población y la muestra empleada para realizar la recolección de datos. En el cuarto capítulo se muestran los artefactos obtenidos empleando el proceso ágil XP y se analizan los resultados. En el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron con la investigación, se responde la hipótesis general y las hipótesis específicas y se formulan las recomendaciones.

## 1.2 Formulación del problema y justificación del estudio

La producción del maíz morado, se ha visto incrementada en la economía del país, debido a que, en los últimos años el consumo del maíz morado se ha intensificado por las ventajas que posee.

Ministerio de Agricultura y Riego (2017), en los últimos 05 años la producción de maíz morado ha presentado una tasa anual promedio de crecimiento del 25%, como se puede observar en la Figura N° 04:

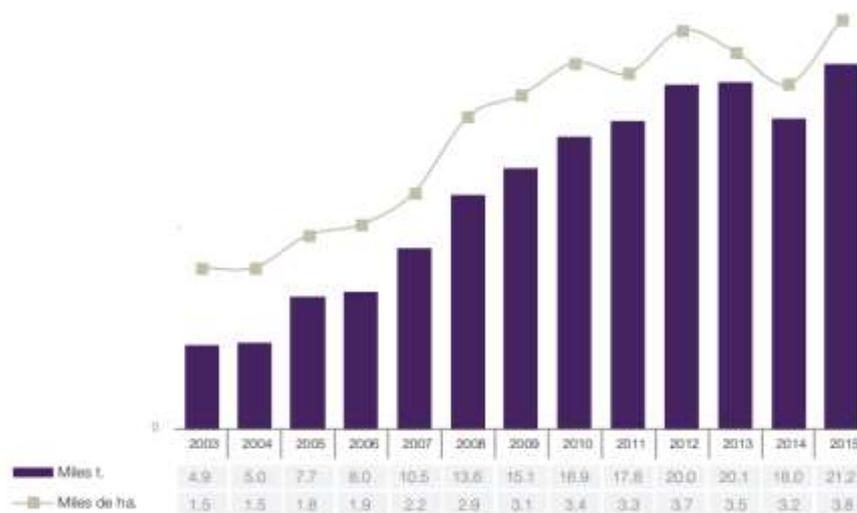


Figura N° 04. Evolución de la producción (t) y la superficie nacional (ha)  
Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2017)

Para garantizar la producción del maíz morado, se realiza un control por etapas a fin de obtener un producto de calidad y alcanzar niveles óptimos de producción. Por lo anteriormente expuesto, se evidencia la necesidad de facilitar y agilizar las tareas realizadas durante el monitoreo de cada etapa fenológica que atraviesa el maíz morado. Entre dichas tareas tenemos el registro de información en forma manual, la cual genera demora en la disponibilidad de la información dificultando el poder realizar el análisis para identificar situaciones que pueden poner en riesgo el rendimiento final así como oportunidades de mejora que puedan beneficiar los próximos cultivos del maíz morado.

### **Pregunta General**

¿Una aplicación web y móvil puede mejorar el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado?

### **Preguntas Específicas**

- a) ¿El uso de una aplicación móvil reduce el tiempo de registro de información en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado?
- b) ¿El uso de una aplicación móvil reduce el tiempo de estimación del rendimiento del maíz morado en el monitoreo de cada etapa fenológica?
- c) ¿Una aplicación web y móvil será capaz de brindar recomendaciones acorde a los escenarios, las cuáles ayuden a mejorar el rendimiento del maíz morado?

## **1.3 Antecedentes relacionados con el tema**

De la Casa (2011), realizó una investigación que propone realizar un monitoreo a campo de cultivos de maíz en el área central de la provincia de Córdoba, para estimar de manera remota distintos parámetros biofísicos de la vegetación y, en particular, el rendimiento del cultivo a nivel de lote de producción.

El obtener información durante el monitoreo de los cultivos, es muy

importante para conocer los factores que intervienen y van afectando la productividad del cultivo.

Rengifo y Castillo (2015), en su investigación del uso de información meteorológica para la Vigilancia fenología del cultivo de maíz y su adaptación al cambio climático, en dos épocas de siembra a través de un sistema informático en el fundo Aucaloma – San Martín, afirman que la fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral de los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la vigilancia fenológica, considerada importante, es la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtener con su aplicación, una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Para el uso de un sistema informático en el ámbito de la agricultura, es muy importante la información obtenida durante la vigilancia fenológica del cultivo.

Acosta (2016), desarrolló un sistema de información con la finalidad de apoyar en el diagnóstico y recomendación para optimizar el cultivo de la papa en la región de Puno, debido a la necesidad de contar con un sistema de información que sirva como guía, sobre todo a las personas más jóvenes en el manejo integrado del cultivo de papa, para lo cual, primero obtuvo la información pertinente del manejo de cultivo de papa en la localidad de Yunguyo en la región de Puno y así determinar el comportamiento de los cultivos en condiciones ligadas a la altura sobre el nivel del mar, la temperatura y el tipo de suelo donde se cultiva las distintas variedades de papa.

Disponer de recomendaciones en el manejo del cultivo es de gran utilidad debido a que sirve como herramienta de apoyo en la toma de decisiones que permite obtener mayor producción.

## **1.4 Objetivos generales y específicos**

### **Objetivo General**

Implementar una aplicación web y móvil para mejorar el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

### **Objetivos Específicos**

- a) Reducir el tiempo de registro de información en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado utilizando una aplicación móvil.
- b) Reducir el tiempo de estimación del rendimiento del maíz morado en el monitoreo de cada etapa fenológica utilizando una aplicación móvil.
- c) Brindar recomendaciones acorde a los escenarios, orientados a mejorar el rendimiento del maíz morado utilizando una aplicación web y móvil.

## **1.5 Limitaciones del estudio**

Esta versión de la aplicación móvil está disponible para ejecutarse sobre el sistema operativo Android. Se requiere el uso de internet para actualizar el servidor de base de datos con la información obtenida de la aplicación móvil.

## CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas relacionadas con el tema

#### Maíz morado

“El maíz morado es una mazorca (tusa y grano) que contiene el pigmento denominado antocianina - cianidina - 3b - glucosa, que se encuentra en mayor cantidad en la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano. Este fruto está constituido en un 85% por grano y 15% por coronta” (Solid Perú, 2007, p. 16).

Ortiz (2013), define al maíz morado como “Un cereal oriundo del Perú y México, cuyas culturas precolombinas lo consideraron sagrado. Florece, cultivado o en estado silvestre, en diversos lugares de América. El maíz morado se cultivaba en el Perú en épocas prehispánicas y era conocido como oro, sara o kullisara” (Citado en Guillen, Mori y Paucar, 2014, p. 211).

El maíz morado es una planta oriunda de América, que tiene el epispermo de las semillas (granos) y la tusa (coronta) de color morado, lo que le otorga características especiales a los pigmentos que poseen (entre 1,5% y 6,0%), llamados antocianinas, que pertenecen al grupo de los flavonoides. Debido a su alto contenido de antocianinas (cianin-3-glucosa C3G que es su principal colorante) y compuestos fenólicos actúa como un poderoso antioxidante natural y anticancerígeno, teniendo además propiedades funcionales debido a estos compuestos bioactivos. (Guillen et al., 2014, p. 211)

Para Solid Perú (2007), las dimensiones de las mazorcas y granos del maíz morado son: promedio de largo de mazorca 15 cm., promedio de ancho de la mazorca 5 cm., promedio de número hileras 10 unidades, promedio de número de granos por hilera 25 unidades, entre otros (Ver Figura N° 05).

Características	Promedio	Máximo	Mínimo
Largo de mazorca(cm)	15,0	20,0	12,0
Ancho de mazorca(cm)	5,0	5,8	4,0
Número de hilera	10,0	12,0	8,0
Número de granos por hilera	25,0	36,0	18,0
Largo de granos (mm)	11,6	13,0	10,4
Ancho de granos (mm)	5,6	6,2	5,0
Espesor de granos(mm)	6,0	6,5	5,5

Figura N° 05: Dimensiones de mazorcas y granos del maíz morado

Fuente: Solid Perú (2007)

Asimismo Solid Perú (2007), sostiene que existen tres calidades del maíz morado: primera calidad con un tamaño de mazorca mayor a 15cm., segunda calidad con un tamaño de mazorca entre 5 a 9 cm. y descarte que son los maíces picados o dañados (Ver Figura N° 06).

Calidades	Tamaño de mazorca
1ra. Calidad	Mayor a 15cm
2da Calidad	5-9 cm
Descarte	Picados, dañados

Figura N° 06: Calidad del maíz morado

Fuente: Solid Perú (2007)

El Ministerio de Agricultura y Riego (2017), muestra que la producción nacional de maíz morado se localiza en 08 departamentos que son las principales zonas de producción: (01) Lima, (02) Ica, (03) Arequipa, (06) Ancash, (07) La Libertad, (11) Cajamarca, (14) Huánuco y (18) Ayacucho y el 80% de la producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash y La Libertad (Ver Figura N° 07).



Figura N° 07. Producción nacional del maíz morado

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2017)

Según Sierra Exportadora (2013), el maíz morado contiene el pigmento antocianina, en mayor cantidad en la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano, este pigmento es reconocido por la Unión Europea con el Código E-163 y también con el mismo Código por la Legislación Japonesa. Representa un potencial para el reemplazo de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos.

Los beneficios que ofrece este ingrediente natural son:

- Desintoxican al cuerpo de los agentes de la contaminación ambiental.
- Desactivan sustancias cancerígenas.
- Fortalecen el sistema inmune.
- Protegen al cuerpo en el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como cataratas, artritis, tensión alta, diabetes, envejecimiento, arterosclerosis y enfermedades cardiacas.
- Incrementa la agudeza visual y mejora la visión nocturna.
- Ayuda en el tratamiento del glaucoma y la retinopatía.

Uno de los principales productores y exportadores mundiales de maíz morado es Perú, seguido por Argentina, Bolivia, China, Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia, Sudáfrica, Argentina y Chile, cuya materia prima es utilizada generalmente para la producción de colorantes sintéticos. Aunque China tiene una producción importante de maíz morado, este tiene menor concentración de pigmento que el peruano. En cuanto a colorantes de maíz morado; Venezuela también lo produce, los precios son similares, la cantidad es determinante, sobre todo cuando se emplea como insumo de industria alimentaria. (Sierra Exportadora, 2013, p. 9)

## **Tiempo de estimación del rendimiento de cultivo**

Garay y Cruz (2015), afirman lo siguiente respecto al rendimiento del cultivo del maíz:

El rendimiento final del cultivo de maíz (grano cosechado) es el resultado de dos procesos simultáneos e interdependientes: el crecimiento y el desarrollo. Se entiende por crecimiento al aumento en el número y tamaño de las células

que constituyen los diferentes órganos de la planta. Por desarrollo en cambio, se considera a la sucesión progresiva de las etapas que establecen la morfología propia del organismo adulto a medida que avanza el ciclo ontogénico del cultivo. (p. 10)

Por otro lado, Andrade (1996) manifiesta la forma de expresar el rendimiento del cultivo:

La forma más correcta de expresar el rendimiento de un cultivo consiste en multiplicar el número de granos por unidad de superficie por su peso medio. Ahora bien, el número de granos por unidad de superficie de cultivo, es función del número de granos por espiga, el número de espigas por planta y el número de plantas por superficie. Por otra parte, el peso medio de los granos resulta del efecto combinado que ejercen dos factores concurrentes: la duración del periodo efectivo de llenado y la tasa de llenado. (Citado en Marozzi, Debortoli, Méndez y Currie, 2005, párr. 12)

Teal et al. (2006), citado por De la Casa (2011), sostiene que obtener información de la etapa fenológica del cultivo durante su desarrollo es un aspecto importante ya que permite estimar el rendimiento del cultivo del maíz morado antes de la cosecha, permitiendo aproximar con mayor exactitud la cantidad real del rendimiento que se obtendrá.

Para Soria, Fernández y Granados (2004), realizar los cálculos anticipados del rendimiento del cultivo antes de una cosecha es de suma importancia para realizar la estimación de la cantidad necesaria para la importación y exportación en un país. Asimismo, la heterogeneidad de las condiciones geográficas y climáticas que posee cada país dificulta la estimación del rendimiento.

El tiempo de la estimación del rendimiento consiste en la duración de las acciones o tareas necesarias a realizarse para obtener el rendimiento del maíz morado en cada etapa fenológica y poder compararla con el rendimiento inicial para conocer los niveles de producción.

## **Monitoreo de etapa fenológica**

Izarra y López (2011), sostienen respecto a la fenología y observaciones fenológicas:

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtener con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos. (p. 9)

Está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, donde la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que los valores de éste evento se reflejan en el rendimiento del cultivo. El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Así por ejemplo, en el maíz se han considerado las siguientes etapas:

- Siembra – emergencia (I etapa).
- Emergencia – panoja (II etapa).
- Panoja – espiga (III etapa).
- Espiga – maduración (IV etapa).

La suma de las cuatro etapas constituye el ciclo de vida del maíz. Cada una de estas etapas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad. (p. 12)

Justiniano (2010), en su investigación señala que Hanway (1993), divide el desarrollo de la planta del maíz en estados de desarrollo vegetativo (V) y estado de desarrollo reproductivo (R), donde a cada estado de desarrollo lo subdivide en diferentes etapas muestra el Estado de desarrollo o fases fenológicas del maíz, tal como se muestra en la Tabla N° 01.

Estado vegetativo	Estado reproductivo
VE - Emergencia	R1- Floración femenina
V1 - Primera hoja	R2- Grano perlita
V2 - Segunda hoja	R3- Grano lechoso
V3 - Tercera hoja	R4- Grano masoso
V6 - Sexta hoja	R5- Grano dentado
V9 - Novena hoja	R6- Madurez fisiológica
V12- Duodécima hoja	
V15- Décima quinta hoja	
V18- Décima octava hoja	
VT – Floración masculina	

Tabla N° 01: Estado de desarrollo o fases fenológicas del maíz

Fuente: Justiniano (2010)

Izarra y López (2011), según la Tabla N° 02, consideran siete fases fenológicas para el maíz: emergencia, aparición de hojas, panoja, espiga, maduración lechosa, maduración pastosa y maduración cornea.

Fase fenológica	
Emergencia	Aparición de plantitas por encima de la superficie del suelo
Aparición de hojas	Comienza desde la aparición de las dos primeras hojas
Panoja	Se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta
Espiga	Se observa los estigmas (barba o cabello de choclo), se produce a los ocho o diez días después de la aparición de la panoja
Maduración lechosa	Se ha formado la mazorca y los granos presentan un líquido lechoso
Maduración pastosa	Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro y una consistencia pastosa.
Maduración cornea	Los granos del maíz están duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado.

Tabla N° 02: Fases fenológicas del maíz

Fuente: Izarra y López (2011)

García (1988) sostiene que el monitoreo “Es un sistema de control que sirve para seguir la ejecución de distintos programas u operaciones ya establecidas”. (Citado en De Paz y Escobar, 2001, p. 23)

El monitoreo es la acción que permite desarrollar un seguimiento sistemático y permanente sobre la implementación de las actividades y el uso de los recursos. Es una función de la gestión dirigida a monitorear: qué tipo de servicios se prestan, cuantos servicios se producen (volumen de producción), donde y quién los ha recibido. A diferencia de la evaluación, el monitoreo es el seguimiento que se realiza durante la ejecución de las acciones y constituye un insumo indispensable para la gestión estratégica y operativa y la toma de decisiones. (Secretaria de Salud del Gobierno de la Republica de Honduras, 2015, p. 24)

De Paz y Escobar (2001), afirman que:

Por su naturaleza el monitoreo es una herramienta muy importante para controlar actividades puestas en marcha y verificar que todo este caminando como previamente se estableció. Cuando existe un monitoreo adecuado se pueden determinar errores y corregirlos en sus momento evitando así la pérdida de tiempo y dinero. (p. 25)

En este contexto, el monitoreo de etapa fenológica consiste en realizar el seguimiento permanente a cada etapa fenológica del maíz morado a fin de obtener un producto de calidad y alcanzar niveles óptimos de producción.

### **Tiempo de registro de información**

Heidegger (2011), define al tiempo como algo en lo que se puede establecer de manera arbitraria dos puntos temporales; un punto inicial en un momento determinado y un punto final, de tal manera que en relación con estos dos puntos se puede decir que es uno anterior y otro posterior. La aprehensión que determina el

tiempo es carácter de una medición, ésta indicara el “cuánto tiempo” y el “cuando”, el “desde-cuándo-hasta-cuándo”.

En este contexto, el tiempo de registro de información respecto al monitoreo se define como el tiempo total del registro de la información de las etapas fenológicas del maíz morado obtenida durante el monitoreo realizado. Es expresado en segundos y se calcula teniendo en cuenta dos momentos importantes: el tiempo inicial y el tiempo final.

## **Plaga agrícola**

Agrobanco (2013), afirma que la plaga agrícola es una población de animales fitófagos que dañan los cultivos. Su presencia en los cultivos genera la disminución de la producción, reducción del valor de la cosecha e incremento de costos de producción. Está constituidas principalmente: Por insectos, ácaros, nematodos, caracoles, aves y roedores.

INIA (2012), las plagas más importantes en el cultivo de maíz morado en los valles interandinos son:

- a) Gusano de tierra o cortador (*Agrotis ipsilon*): El adulto de *Agrotis ipsilon*, es una mariposa generalmente de color marrón oscuro, con el primer par de alas de coloración clara. Las larvas desarrolladas miden cerca de 4 cm son robustas, cilíndricas, lisas y de coloración variable, generalmente ceniza oscura.
- b) Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*): Las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadíos producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando daña el punto de crecimiento.
- c) Gusano mazorquero (*Heliothis zea* = *Helicoverpa zea*): El insecto adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, sus alas anteriores son de coloración parda amarillenta, cuando se extienden mide hasta 4 cm. Las hembras ponen sus huevos en los estilos-estigmas (pelos) de la flor femenina de la mazorca.

Cada hembra pone en promedio mil huevos durante su vida los cuales eclosionan de 4 a 6 días; los primeros 3 a 4 días las larvas se alimentan de los pelos de la mazorca y luego penetran a la mazorca y atacan a los granos en formación.

- d) Gusano de carne (*Euxesta* sp): El adulto es una mosquita pequeña con franjas negras en sus alas transparentes, denominada en algunos lugares mosca cebrá, es una plaga importante para el maíz amiláceo, su ataque lo realiza en forma independiente o junto con el gusano mazorquero. Las hembras ponen sus huevos en grupos y en aquellas mazorcas que tienen las barbas algo secas, es decir un poco más tarde que la del gusano mazorquero, después de 6 días de la postura de cada huevo sale una larva o gusano de 6 mm de color crema sucio, no tiene patas se puede encontrar muchas larvas por mazorca. Las larvas se alimentan de los granos lechosos, siendo este daño no muy perjudicial. Pero su acción favorece la presencia de hongos como *Fusarium* y *Diplodia*, que suelen provocar grandes pudriciones de la mazorca.
- e) Gorgojos y polillas de almacén: Se tiene a los gorgojos *Sitophilus orizae*, *Pagocerus frontalis* y la polilla *Sitotroga cerealella*.

## **Enfermedad agrícola**

La enfermedad es alteración de las funciones normales de una planta a causa de la presencia de un agente patógeno o de un factor ambiental, produciendo pérdidas tanto en el rendimiento como en la calidad comercial. Pueden ser originadas por agentes bióticos o abióticos, así se las puede dividir en enfermedades infecciosas y no infecciosas. Se requiere la interacción de tres componentes para que se genere una enfermedad: patógeno (bacteria, hongo, virus o gusanos), hospedante (puede ser el cultivo) y las condiciones medio ambientales favorables (temperatura, humedad, tipo de suelo, fertilidad). (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2015)

INIA (2012), afirma que las enfermedades de importancia en el cultivo de maíz morado son:

- a) Carbón del maíz (*Ustilago maydis*): Produce tumores de hasta 10 cm de diámetro.
- b) Pudrición de mazorcas: Presencia de hongos.
- c) Achaparramiento (Puka poncho): Presencia de franjas blanquecinas en la base de las hojas próximas a la inserción con el tallo, que se prolongan hacia el ápice.

## **Temperatura**

INTA (2015), sostiene que “El desarrollo del maíz depende directamente de la temperatura en la medida en que no se modifique la evolución fisiológica de las plantas por efectos de la ocurrencia de valores muy bajos o muy altos de aquélla, o cambios en el fotoperíodo” (p. 29).

“El maíz tolera una amplia gama de temperaturas (de 5 a 45 °C), pero las temperaturas muy altas o muy bajas pueden tener un efecto negativo sobre el rendimiento” (Lafitte, 1994, p. 29).

## **Nutrientes minerales**

Los nutrientes minerales conocidos también como nutrientes minerales, según Epstein (1999), son elementos que las plantas adquieren del suelo en forma de iones inorgánicos. Todos los nutrientes minerales son reciclados a partir de todos los organismos vivos, pero entran en la biosfera principalmente gracias al sistema radicular de las plantas, por lo que podríamos decir, en cierto sentido, que las plantas actúan como los “mineros” de la corteza terrestre. (Citado en Taiz, y Zeiger, 2006)

## **Recomendaciones para mejorar el rendimiento**

En este contexto, las recomendaciones son los consejos que se brindan para mejorar el rendimiento del maíz morado. Estas recomendaciones se dan en base a la comparación del rendimiento obtenido en cada etapa fenológica con el rendimiento calculado al iniciar la producción. Sirven como herramienta de apoyo a la toma de decisiones permitiendo una mayor producción en base a la mejora del cultivo y rendimiento del maíz morado.

Para la obtención de recomendaciones se tiene en cuenta los siguientes factores:

- Presencia de plagas.
- Presencia de enfermedades.
- Temperatura en cada etapa fenológica.
- Presencia de nutrimentos minerales.

### **Planilla fenológica**

Es un formulario donde se deben registrar los datos fenológicos de manera mensual. Estas planillas son de tres tipos diferentes: para cultivos anuales, para cultivos permanentes con un patrón estacional y cultivos permanentes sin patrón estacional. (Izarra y López, 2011)

### **Programación Extrema**

La Programación Extrema (XP) es la más utilizada en el desarrollo de software ágil, utiliza un enfoque orientado a objetos como su paradigma de desarrollo preferido. Abarca un conjunto de reglas y prácticas que ocurren en el contexto de cuatro actividades del marco de trabajo: planeación, diseño, codificación y pruebas. (Pressman, 2010)

La programación extrema es una metodología ágil que se enfoca a todo el equipo en metas y se centra en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software. Promueve el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. (Beck y Andres, 2004)

En la Figura N° 08, se observa el proceso de la programación extrema con sus respectivos entregables en cada actividad: historias de usuario y plan de iteración en la actividad de planeación, diseño simple y prototipos en la actividad de diseño, programación en la actividad de codificación y prueba de aceptación - unitaria en la actividad de prueba.

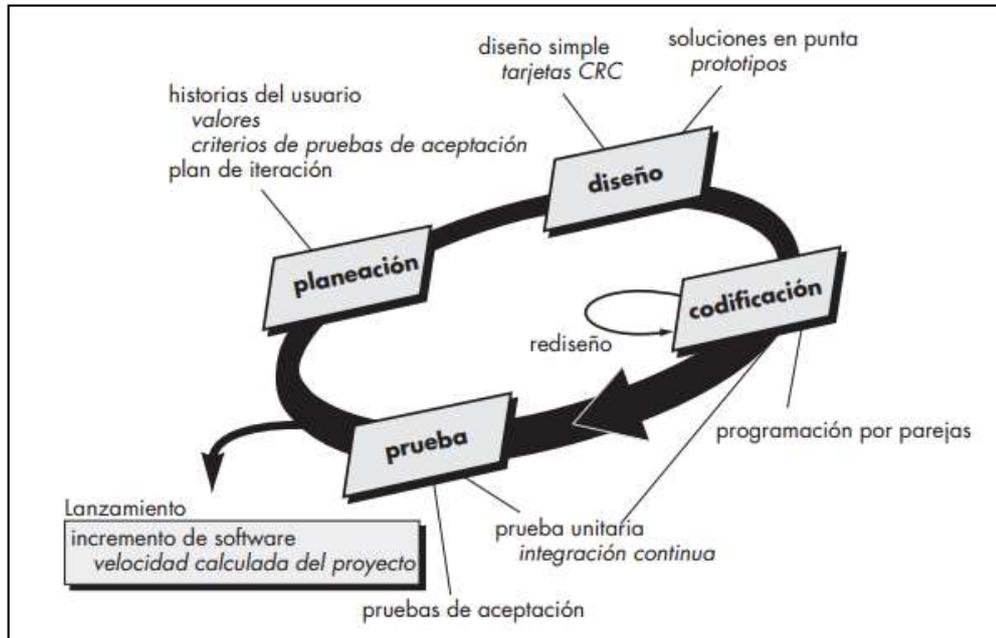


Figura N° 08: Proceso de la Programación Extrema

Fuente: Pressman (2010)

## Aplicación móvil

Quiroz (2013), afirma que:

Una aplicación móvil, es aquella que es ejecutada en una plataforma móvil desde cualquier lugar o zona geográfica utilizando la tecnología de conexión de datos (H, 3G, EDGE, entre otros), se hará uso de la señal en caso de necesitar conexión para guardar o consultar información. (p. 39)

Arroyo (2011), sostiene que:

Una aplicación móvil, término proveniente del inglés App, que es una contracción de application con un tono informal, es un software que puede instalarse en un dispositivo móvil con la finalidad de extender sus funcionalidades, al igual que ocurre con la instalación de programas en computadoras de escritorio portátiles. (Citado en Juárez, 2011, p.3)

## **Aplicación web**

Aumaille (2002), una aplicación web es un conjunto de recursos web que participan en el funcionamiento de la propia aplicación Web. Una aplicación Web está compuesta:

- a) Componentes de servidor dinámicos; Servlets, JSPs.
- b) Bibliotecas de clases Java utilitarias.
- c) Elementos web estáticos: páginas HTML, imágenes, sonidos.
- d) Componentes dinámicos: Applets, JavaBeans y clases.
- e) Un descriptor de desarrollo y de configuración de la aplicación web, en forma de uno o múltiples archivos en formato XML.

Para Seoane (2005), una aplicación web es un programa especialmente diseñado para ejecutarse dentro de un navegador web. Para ello se emplean tecnologías de tres capas, basándose en una arquitectura cliente-servidor:

- a) La primera capa reside en el ordenador del usuario, en el que se ejecutará la aplicación dentro del navegador web, se ocupa de la representación y obtención de datos, la generación de informes, gráficos.
- b) La segunda capa reside en el servidor de la lógica del negocio, que reside en el servidor, que además de preparar el entorno en el que se presenta la aplicación, se ocupa del procedimiento real de los datos, también es conocido como middleware.
- c) La tercera capa reside en el servidor de base de datos de la empresa, donde el servidor se ocupa de procesar las consultas que se efectúan desde el servidor de la lógica del negocio, de esta forma, devuelve los datos solicitados, disponiendo de módulos para crear y gestionar las bases de datos y los usuarios de las mismas.

En conclusión esta investigación está respaldada por un marco teórico.

## **2.2. Definición de términos usados**

- a) Etapas fenológicas: es un subperíodo vegetativo limitado por dos fases sucesivas.
- b) Monitoreo de etapa fenológica: seguimiento constante realizado a cada etapa fenológica del maíz morado.
- c) Tiempo de estimación del rendimiento del cultivo: tiempo total en el que se realiza las acciones necesarias para la obtención del rendimiento del maíz morado en cada etapa fenológica.
- d) Aplicación móvil: es aquella desarrollada especialmente para ser ejecutada en dispositivos móviles como un teléfono celular, tabletas y similares.
- e) Aplicación web: una aplicación web es un programa especialmente diseñado para ejecutarse dentro de un navegador web.

## **2.3 Hipótesis**

### **Hipótesis General**

El uso de una aplicación web y móvil mejorará el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

### **Hipótesis Específicos**

- a) Usar una aplicación móvil reducirá el tiempo de registro de información en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.
- b) Usar una aplicación móvil reducirá el tiempo de estimación del rendimiento del maíz morado en el monitoreo de cada etapa fenológica.
- c) Una aplicación web y móvil brindará recomendaciones acorde a los escenarios, orientados a mejorar el rendimiento del maíz morado.

## **2.4. Variables**

### **Definición conceptual**

#### **Aplicación web y móvil:**

La aplicación móvil es un software que puede instalarse en un dispositivo móvil con la finalidad de extender sus funcionalidades

La aplicación web es un conjunto de recursos web que participan en el funcionamiento de la propia aplicación Web.

#### **Monitoreo de etapa fenológica:**

El monitoreo de etapa fenológica consiste en realizar el seguimiento permanente a cada etapa fenológica del maíz morado a fin de obtener un producto de calidad y alcanzar niveles óptimos de producción.

### **Definición Operacional**

#### **Aplicación web y móvil:**

- Usar la aplicación web y móvil.
- No usar la aplicación web y móvil.

#### **Monitoreo de etapa fenológica:**

- Tiempo de registro de información.
- Tiempo de estimación del rendimiento.
- Recomendaciones generadas.

# CAPÍTULO III : METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

## 3.1. Diseño de investigación

- Según la clasificación “Por el nivel de conocimientos que se adquieren”: Es una investigación correlacional.

Para Hernández, Fernández y Baptista (1997), la investigación correlacional mide las dos o más variables que se pretenden ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación. Su utilidad y propósito principal es saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas.

- Según la clasificación “Por el enfoque utilizado”: Es una investigación cuantitativa usando un diseño cuasi experimental.

La investigación cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, además de existir claridad en los elementos de investigación, es objetiva por lo que se utiliza la medición absoluta y controlada, (Alvira, 2002)

Kirk (1995) afirma que los diseños cuasi-experimentales son similares a los experimentos excepto en que los sujetos no se asignan aleatoriamente a la variable independiente. Se trata de diseños que se utilizan cuando la asignación aleatoria no es posible o cuando por razones prácticas o éticas se recurre al uso de grupos naturales.

- Según la clasificación “Por el propósito o finalidades perseguidas”: Es una investigación aplicada tecnológica.

La investigación tecnológica comprende con mayor énfasis la transformación, cuyo fin es obtener conocimiento para lograr modificar la realidad en estudio, persiguiendo un conocimiento práctico. Como resultado se obtienen : acciones, requisitos, características, diseño, materiales, costos, responsables, métodos, instrumentos, y demás circunstancias, que describen el qué y el

cómo, con lo que se promueve el logro de los objetivos, generalmente predeterminados en el área de producción. (García, 2009)

- Según la clasificación “Por la clase de medios utilizados para obtener los datos”: Es una investigación de campo experimental.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Alfaro, 2012)

- Según la clasificación “Por las disciplinas incluídas y sus interrelaciones”: Es una investigación interdisciplinaria.

La investigación interdisciplinaria es un tipo de investigación realizada por equipos individuos por la cual se integran información, datos, técnica, herramientas, perspectivas, conceptos, y/o teorías de dos o más disciplinas o cuerpo especializados de conocimiento orientados a avanzar una comprensión fundamental o resolver problemas cuyas soluciones yacen, más allá del ámbito de una disciplina área práctica investigatoria. (National Academy of Sciences, 2005)

- Según la clasificación “Dependiendo del campo de conocimientos”: Es una investigación científica.

Para Torres (2007), la investigación científica es: “El proceso general que conjuga la teoría y la práctica; es decir, es una actividad relacionante entre la gnosis y la práctica, que viene a ser la relación existente entre la investigación científica básica y aplicada. La primera tiene como finalidad incrementar el conocimiento en áreas específicas y la segunda lograr la eficacia del conocimiento científico”.

### **3.2. Población y muestra**

La población de estudio para la presente investigación estuvo compuesta por

el cultivo de maíz morado. Así mismo, se consideró como unidad de análisis al cultivo del maíz morado.

La selección de muestra ha sido por conveniencia. Los datos utilizados corresponden a 2.0 hectáreas de cultivo de maíz morado en el Distrito de Huanta, Ayacucho. Se recolectó datos de una hectárea en forma manual y una hectárea empleando la aplicación móvil.

### **3.3. Técnicas e instrumentos**

Se recolectó datos del maíz morado durante el monitoreo, para el análisis, comparación y obtención del rendimiento.

Se usó la técnica de análisis documental de la planilla fenológica y guía de campo de cultivo del maíz.

### **3.4. Recolección de datos**

Se desarrolló una aplicación móvil para obtener datos del maíz morado en cada etapa fenológica durante el monitoreo y realizar el análisis y comparación de los datos obtenidos.

Se aplicó la técnica de análisis documental de la planilla fenológica que muestra la información constante del cultivo del maíz morado, que permitió seleccionar los datos relevantes del documento a fin de expresar su contenido sin ambigüedades y poder emplearlos adecuadamente. Se aplicó la técnica de análisis documental de la guía de campo del maíz que contiene los problemas frecuentes y posibles soluciones durante la siembra, obteniendo las recomendaciones para las etapas fenológicas del maíz morado, tal como se muestra en el Anexo 07: Análisis y elaboración de recomendaciones.

Los factores identificados se consideraron en el registro de datos del monitoreo del maíz morado a través de la aplicación móvil, para que, de acuerdo a los valores obtenidos en cada etapa fenológica, la aplicación móvil sea capaz de generar recomendaciones orientadas a mejorar el rendimiento del maíz morado.

# CAPÍTULO IV : RESULTADOS

## 4.1. Desarrollo de aplicación web y móvil

### Requisitos del sistema

A continuación en la Tabla N° 03 se muestra la matriz de requisitos del sistema versus las hipótesis específicas.

Requisitos	Hipótesis específicas		
	HE 1	HE 2	HE 3
<b>Funcionales</b>			
1. El responsable del cultivo registrará y actualizará la información de los centro poblados que realizarán las siembras del cultivo.	X		
2. El responsable del cultivo registrará y actualizará la información de productores.	X		
3. El responsable del cultivo registrará y actualizará la información de predios donde se realizará la siembra.	X		
4. El responsable del cultivo registrará y actualizará la información del inicio de una siembra.	X		
5. El sistema debe calcular el rendimiento esperado al iniciar la siembra.		X	
6. El técnico registrará las muestras del cultivo en cada etapa fenológica.	X		
7. El sistema calculará el rendimiento en cada etapa fenológica.		X	
8. El técnico registrará la presencia de plagas.	X		
9. El técnico registrará la presencia de enfermedades.	X		
10. El sistema brindará recomendaciones para cada siembra monitoreada a acuerdo a los datos tomados.			X
11. El técnico podrá registrar comentarios adicionales en cada etapa fenológica.	X		
12. El responsable del cultivo generará reportes de las plagas en el maíz morado.	X		
13. El responsable del cultivo generará reportes de rendimiento de los predios.	X	X	
14. El responsable del cultivo generará reportes de comparación entre el rendimiento esperado y el rendimiento real obtenido en cada etapa fenológica.	X	X	
15. El responsable del cultivo generará reportes de rendimiento de los centro poblados.	X	X	
16. El responsable del cultivo generará reportes de las recomendaciones generadas			X
<b>No funcionales</b>			
1. La actualización de la aplicación móvil con la base de datos será a través de la sincronización empleando internet.	X	X	X
2. La actualización de la aplicación móvil con la base de datos no deberá exceder los 6 segundos.	X	X	X
3. La aplicación móvil de monitoreo deberá estar disponible para el sistema operativo android.	X	X	X

Tabla N° 03: Requisitos funcionales y no funcionales

Fuente: Elaboración propia

## Fases XP

### Fase de exploración

#### Historias de usuario

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 1	<b>Usuarios:</b> Técnico
<b>Nombre historia:</b> Monitorear maíz morado	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 13	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como técnico deseo registrar información durante el monitoreo en cada etapa fenológica del maíz morado para disponer de la información real.	
<b>Precondición:</b> El técnico debe haber iniciado sesión en la aplicación móvil	
<b>Post condición:</b> El técnico contará con la información del monitoreo para cada etapa fenológica.	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. La aplicación móvil muestra las siembras que se le asignaron al técnico y que requieren monitoreo.</li><li>2. La aplicación móvil permite seleccionar la siembra a monitorear.</li><li>3. La aplicación móvil muestra la etapa fenológica actual de la siembra con los campos habilitados para el registro.</li><li>4. La aplicación móvil realiza el cálculo del rendimiento del maíz morado al guardar el registro del monitoreo.</li><li>5. La aplicación móvil no permite registrar el monitoreo para siembras que concluyeron la cuarta etapa fenológica.</li></ol>	

Tabla N° 04: Historia de usuario monitorear maíz morado

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de usuario</b>	
<b>Número:</b> 2	<b>Usuarios:</b> Técnico
<b>Nombre historia:</b> Generar recomendaciones	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 13	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Precondición:</b> El técnico debe haber iniciado sesión en la aplicación móvil.	
<b>Post condición:</b> El técnico contará con las recomendaciones para el monitoreo realizado.	
<b>Descripción:</b> Como técnico deseo generar recomendaciones para el cultivo del maíz morado según la información registrada en el monitoreo de cada etapa fenológica para conocer las acciones que se deben realizar a fin de mejorar el rendimiento.	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación móvil muestra las siembras que fueron monitoreadas.</li> <li>2. La aplicación móvil permite seleccionar una siembra.</li> <li>3. La aplicación móvil permite generar recomendaciones.</li> <li>4. La aplicación móvil muestra las recomendaciones generadas de acuerdo a la información ingresada en el monitoreo.</li> </ol>	

Tabla N° 05: Historia de usuario generar recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 3	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Visualizar reportes	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 13	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo visualizar reportes del cultivo del maíz morado para analizar la información y poder tomar decisiones.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web.	
<b>Post condición:</b> El responsable visualizará los reportes de su interés.	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web muestra la relación de reportes disponibles: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de plagas.</li> <li>• Reporte de rendimiento final por predio.</li> <li>• Reporte de comparación entre el rendimiento esperado y el rendimiento real.</li> <li>• Reporte de rendimiento final por centro poblado.</li> <li>• Recomendaciones generadas.</li> </ul> </li> <li>2. La aplicación web permite seleccionar los criterios de búsqueda.</li> <li>3. La aplicación web muestra la información solicitada según el criterio de búsqueda ingresado.</li> <li>4. La aplicación muestra el reporte sin contenido en caso no haya coincidencia con los criterios de búsqueda ingresados.</li> </ol>	

Tabla N° 06: Historia de usuario visualizar reportes

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 4	<b>Usuarios:</b> Responsable, técnico, productor
<b>Nombre historia:</b> Visualizar información del monitoreo	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 13	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable, técnico y productor deseo visualizar la información del monitoreo del maíz morado.	
<b>Precondición:</b> El responsable, técnico y productor deben haber iniciado sesión en la aplicación móvil.	
<b>Post condición:</b> El responsable, técnico y productor visualizarán la información del monitoreo del maíz morado.	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación móvil muestra todas las siembras al responsable.</li> <li>2. La aplicación móvil muestra al técnico solamente las siembras que se le fueron asignadas.</li> <li>3. La aplicación móvil muestra al productor solamente las siembras de los predios que le pertenecen.</li> <li>4. El responsable, el técnico y el productor pueden seleccionar la siembra de su interés.</li> <li>5. La aplicación móvil muestra la información general de la siembra seleccionada.</li> <li>6. La aplicación móvil muestra la información registrada por cada las etapa fenológica.</li> </ol>	

Tabla N° 07: Historia de usuario visualizar información del monitoreo

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 5	<b>Usuarios:</b> Técnico
<b>Nombre historia:</b> Sincronizar con la base de datos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como técnico deseo mantener sincronizada la información registrada en el celular con la base de datos de la aplicación web.	
<b>Precondición:</b> El técnico debe haber iniciado sesión en la aplicación móvil	
<b>Post condición:</b> El técnico sincronizará la información con la base de datos	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación móvil permite seleccionar la opción sincronizar.</li> <li>2. La aplicación móvil permite sincronizar al tener acceso a internet.</li> <li>3. La aplicación móvil muestra un mensaje de confirmación al finalizar la sincronización.</li> <li>4. La aplicación móvil muestra un mensaje de alerta cuando no se logró realizar la sincronización por no tener con acceso a internet.</li> </ol>	

Tabla N° 08: Historia de usuario sincronizar con base de datos

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 6	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Registrar siembra	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo registrar una nueva siembra para disponer de la información.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con información de la siembra para predio	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite registrar el predio, tipo, técnico asignado, tamaño de hectárea, la fecha de inicio de siembra, fecha probable de cosecha, distancia entre surco, distancia entre planta y semillas por golpe.</li> <li>2. La aplicación web calcula el rendimiento inicial del cultivo del maíz morado al guardar.</li> <li>3. La aplicación web no permite guardar en caso no se haya ingresado los campos obligatorios.</li> </ol>	

Tabla N° 09: Historia de usuario registrar siembra

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 7	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Mantener siembra	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo mantener la siembra para disponer de la información actualizada.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con información actualizada de la siembra	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite seleccionar la siembra y habilita los campos para realizar la modificación.</li> <li>2. La aplicación web calcula el rendimiento inicial del cultivo del maíz morado al momento de guardar.</li> <li>3. La aplicación web actualiza la información.</li> </ol>	

Tabla N° 10: Historia de usuario mantener siembra

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 8	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Registrar predio	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con la información del predio para cada productor	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo registrar un nuevo predio para disponer de la información.	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite seleccionar el departamento, provincia, distrito y centro poblado al que pertenece el predio.</li> <li>2. La aplicación web permite seleccionar al productor e ingresar la descripción.</li> <li>3. La aplicación web no permite guardar en caso no se haya ingresado los campos obligatorios.</li> </ol>	

Tabla N° 11: Historia de usuario registrar predio

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 9	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Mantener predio	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo mantener el predio para disponer de la información actualizada.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con la información actualizada del predio	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite seleccionar el predio.</li> <li>2. La aplicación web habilita los campos para realizar la modificación.</li> <li>3. La aplicación web actualiza la información.</li> </ol>	

Tabla N° 12: Historia de usuario mantener predio

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 10	<b>Usuarios:</b> Responsable
<b>Nombre historia:</b> Registrar centro poblado	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo registrar un nuevo centro poblado para disponer de la información.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con la información del centro poblado registrado	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite seleccionar el departamento, provincia y distrito.</li> <li>2. La aplicación web permite ingresar el nombre del centro poblado.</li> <li>3. La aplicación web no permite guardar en caso no se haya ingresado los campos obligatorios.</li> </ol>	

Tabla N° 13: Historia de usuario registrar centro poblado

Fuente: Elaboración propia

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 11	<b>Usuarios:</b> Responsable del cultivo
<b>Nombre historia:</b> Mantener centro poblado	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 8	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Claudia Palomino	
<b>Descripción:</b> Como responsable deseo mantener el centro poblado para disponer de la información actualizada.	
<b>Precondición:</b> El responsable debe haber iniciado sesión en la aplicación web	
<b>Post condición:</b> El responsable contará con la información actualizada del centro poblado	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	
<b>Criterios de Aceptación</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación web permite seleccionar el departamento, provincia y centro poblado.</li> <li>2. La aplicación web habilita los campos para realizar la modificación.</li> <li>3. La aplicación web actualiza la información.</li> </ol>	

Tabla N° 14: Historia de usuario mantener centro poblado

Fuente: Elaboración propia

## Tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación web y móvil

Las herramientas tecnológicas listadas en la Tabla N° 15, son en gran parte software libre, las cuales fueron seleccionadas en función de las necesidades y limitaciones del proyecto como los recursos económicos, humanos y el tipo de aplicación del monitoreo de maíz morado.

<b>HERRAMIENTAS DE DESARROLLO</b>		
<b>Software</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Descripción</b>
<b>Microsoft Windows</b>	Microsoft	Es un sistema operativo, es decir, un conjunto de programas que posibilita la administración de los recursos de una computadora, el cual empieza a trabajar cuando se enciende el equipo para gestionar el hardware a partir de los niveles más básicos.
<b>Android Studio</b>	Google	Android Studio es el IDE oficial para desarrollar aplicaciones para Android, el cual brinda las herramientas más rápidas para crear apps en todas las clases de dispositivos Android como : edición de códigos de primer nivel, la depuración, las herramientas de rendimiento, un sistema de compilación flexible y un sistema instantáneo de compilación e implementación
<b>Zend Studio</b>	Zend Technologies	Es un completo entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación PHP. Está escrito en Java, y está disponible para las plataformas Microsoft Windows, Mac OS X y GNU/Linux.
<b>PHP</b>	Open Source	PHP Hypertext Preprocessor (procesador de hipertexto), es un lenguaje de programación de propósito general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en un documento HTML en lugar, de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera el HTML resultante.
<b>Bootstrap</b>	Open Source	Es un framework web o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía,

		formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript opcionales adicionales.
<b>AngularJS</b>	Google.	Es un framework MVC de JavaScript para el Desarrollo Web Front End que permite crear aplicaciones SPA (Single-Page Applications).
<b>SugarORM</b>	Open Source	ORM (Object Relational Mapping) es una librería que nos entrega una capa de métodos simplificados para trabajar con la base de datos
<b>Retrofit</b>	Square	Retrofit es un cliente REST para Android y Java, muy simple y fácil de aprender. Permite hacer peticiones GET, POST, PUT, PATCH, DELETE y HEAD; gestionar diferentes tipos de parámetros y parsear automáticamente la respuesta a un POJO (Plain Old Java Object)
<b>Butterknife</b>	Open Source	Es una librería que nos facilita la tarea de relacionar los elementos de las vistas de código en nuestras aplicaciones Android, la cual nos ayudará a simplificar el código y nos ahorrará mucho tiempo a la hora de realizar nuestros proyectos.
<b>MySQL</b>	Open Source/ Oracle	MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base datos de código abierto más popular del mundo, y una de las más populares en general junto a Oracle y Microsoft SQL Server, sobre todo para entornos de desarrollo web.
<b>SQLite</b>	Open Source	Es una herramienta de software libre, que permite almacenar información en dispositivos empotrados de una forma sencilla, eficaz, potente, rápida y en equipos con pocas capacidades de hardware, como puede ser una PDA o un teléfono celular. SQLite soporta desde las consultas más básicas hasta las más complejas del lenguaje SQL, y lo más importante es que se puede usar tanto en dispositivos móviles como en sistemas de escritorio
<b>Apache</b>	Open Source	El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP

Tabla N° 15: Herramientas tecnológicas para el tratamiento de datos.

Fuente: Elaboración propia

Elección del Sistema Operativo para la ejecución de la aplicación móvil.

En la Figura N° 09 se observa la Estadística de uso entre Android y iOS a nivel mundial en el 2017, donde se puede apreciar que el Sistema Operativo Android es el más usado, motivo por el cual se decidió desarrollar la aplicación móvil para dicho sistema operativo.

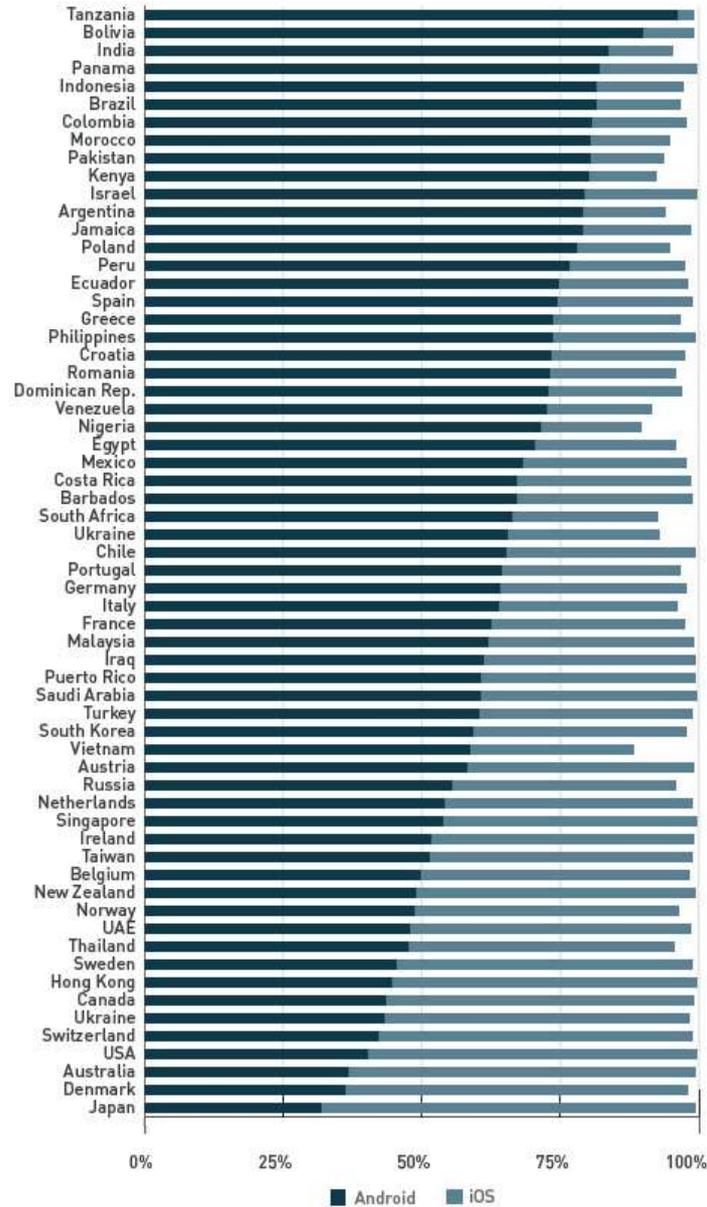


Figura N° 09: Estadística de uso entre Android y iOS a nivel mundial en el 2017

Fuente: DeviceAtlas (2017)

La elección de la API se realizó teniendo en cuenta la cantidad relativa de dispositivos que usan una versión determinada de la plataforma Android, y de ella se eligió la versión 6.0 Marshmallow (API 23) debido a que esta versión se encuentra instalada en el 28.1% de dispositivos Android a nivel mundial, ocupando así el primer lugar de uso en dispositivos Android, tal como se muestra en la Figura N° 10.

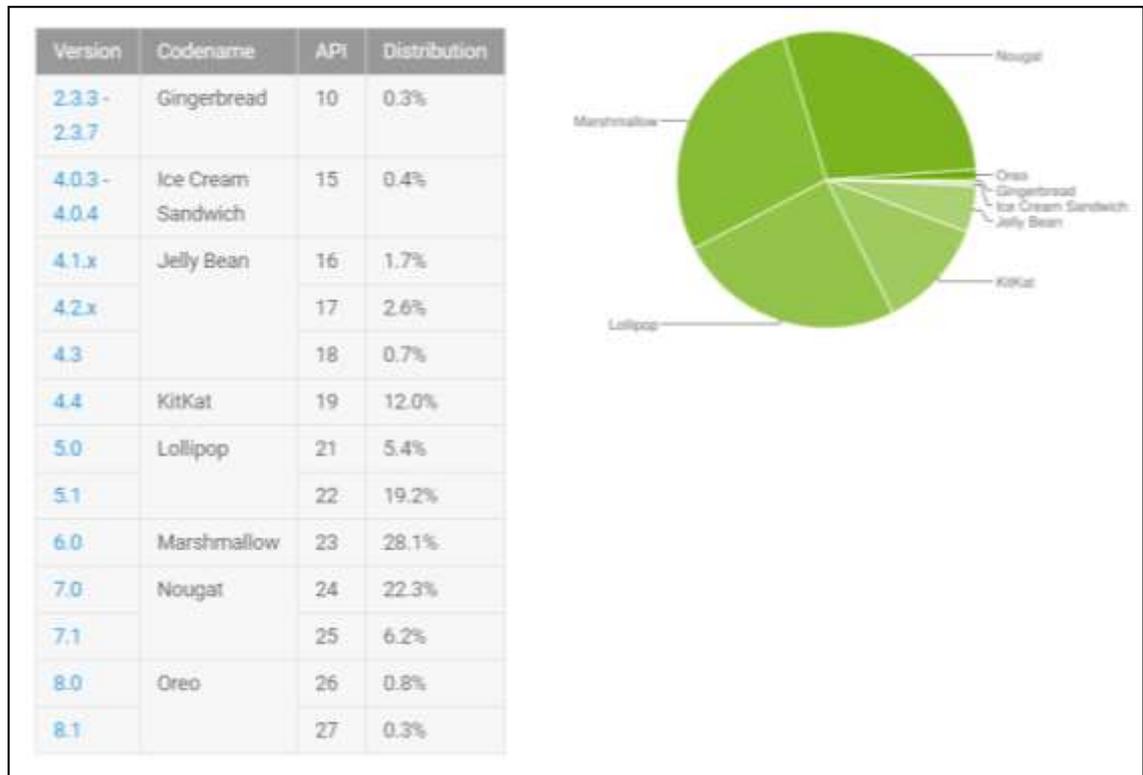


Figura N° 10: Cantidad de dispositivos según versiones de plataforma Android

Fuente: Android Developer (2018)

### Arquitectura técnica inicial

En la Figura N° 11 se observa la arquitectura técnica inicial elaborada para la aplicación web y móvil.

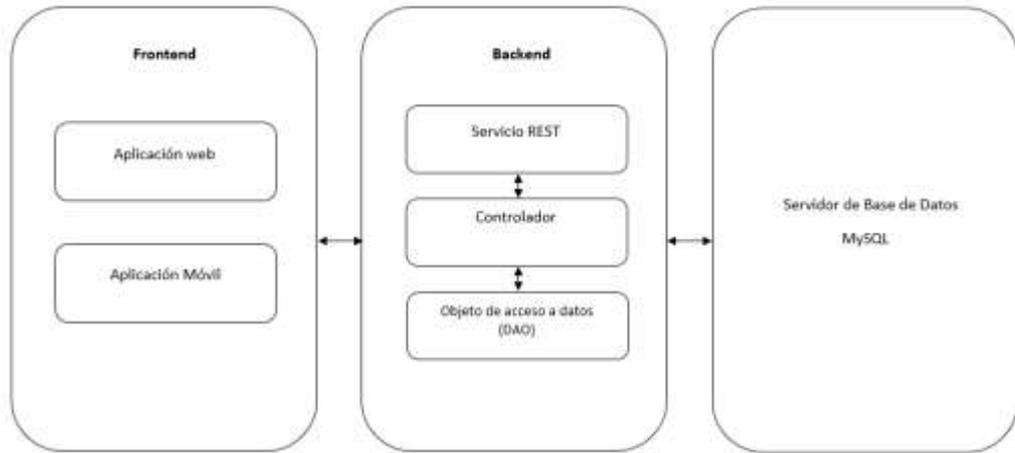


Figura N° 11: Arquitectura técnica inicial de la aplicación web y móvil

Fuente: Elaboración propia

### Plan de alto nivel

N°	Historias de usuario	Esfuerzo (días)
1	Monitorear maíz morado	9
2	Generar recomendaciones	5
3	Visualizar reportes	5
4	Visualizar información del monitoreo	4
5	Sincronizar con la base de datos	3
6	Registrar siembra	3
7	Mantener siembra	2
8	Registrar predio	1
9	Mantener predio	1
10	Registrar centro poblado	1
11	Mantener centro poblado	1

Tabla N° 16: Historia de usuario por esfuerzo

Fuente: Elaboración propia

## Fase de planeación

### Historias de usuario por prioridad

Nº	Historias de usuario	Prioridad
1	Monitorear maíz morado	Alta
2	Generar recomendaciones	Alta
3	Visualizar reportes	Alta
4	Visualizar información del monitoreo	Alta
5	Sincronizar con la base de datos	Alta
6	Registrar siembra	Alta
7	Mantener siembra	Alta
8	Registrar predio	Media
9	Mantener predio	Media
10	Registrar centro poblado	Media
11	Mantener centro poblado	Media

Tabla N° 17: Historia de usuario por prioridad

Fuente: Elaboración propia

### Estimación de esfuerzo

Para la planificación de la entrega, se considera la realización de la valoración de las historias de usuario, especificando un tiempo estimado para la elaboración de cada una, en base a una semana de 5 días y un día de 5 horas.

<b>Nº</b>	<b>Historias de usuario</b>	<b>Días estimados</b>	<b>Horas estimadas</b>
1	Monitorear maíz morado	9	45
2	Generar recomendaciones	5	25
3	Visualizar reportes	5	25
4	Visualizar información del monitoreo	4	20
5	Sincronizar con la base de datos	3	15
6	Registrar siembra	3	15
7	Mantener siembra	2	10
8	Registrar predio	1	5
9	Mantener predio	1	5
10	Registrar centro poblado	1	5
11	Mantener centro poblado	1	5
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>175</b>

Tabla Nº 18: Estimación de esfuerzo

Fuente: Elaboración propia

### Plan de entrega

Para la elaboración del plan de entrega del proyecto empleando los parámetros de desarrollo bajo el enfoque ágil XP, se establece el tiempo calendario de acuerdo a un mes de 4 semanas, una semana de 5 días y un día de 5 horas.

N°	Historia de usuario	Estimación de esfuerzo		Iteración asignada			Entrega asignada		
		Días estimado	Horas estimadas	1	2	3	1	2	3
1	Monitorear maíz morado	9	45	X			X		
2	Generar recomendaciones	5	25	X			X		
3	Visualizar analíticos	5	25	X			X		
4	Visualizar información del monitoreo	4	20		X			X	
5	Sincronizar con la base de datos	3	15		X			X	
6	Registrar siembra	3	15		X			X	
7	Mantener siembra	2	10		X			X	
8	Registrar predio	1	5			X			X
9	Mantener predio	1	5			X			X
10	Registrar centro poblado	1	5			X			X
11	Mantener centro poblado	1	5			X			X

Tabla N° 19: Plan de entrega

Fuente: Elaboración propia

## Fase de iteración

### Arquitectura técnica

#### a) Diagrama de componentes

En la Figura N° 12 se observa la arquitectura final elaborada para la aplicación web y móvil.

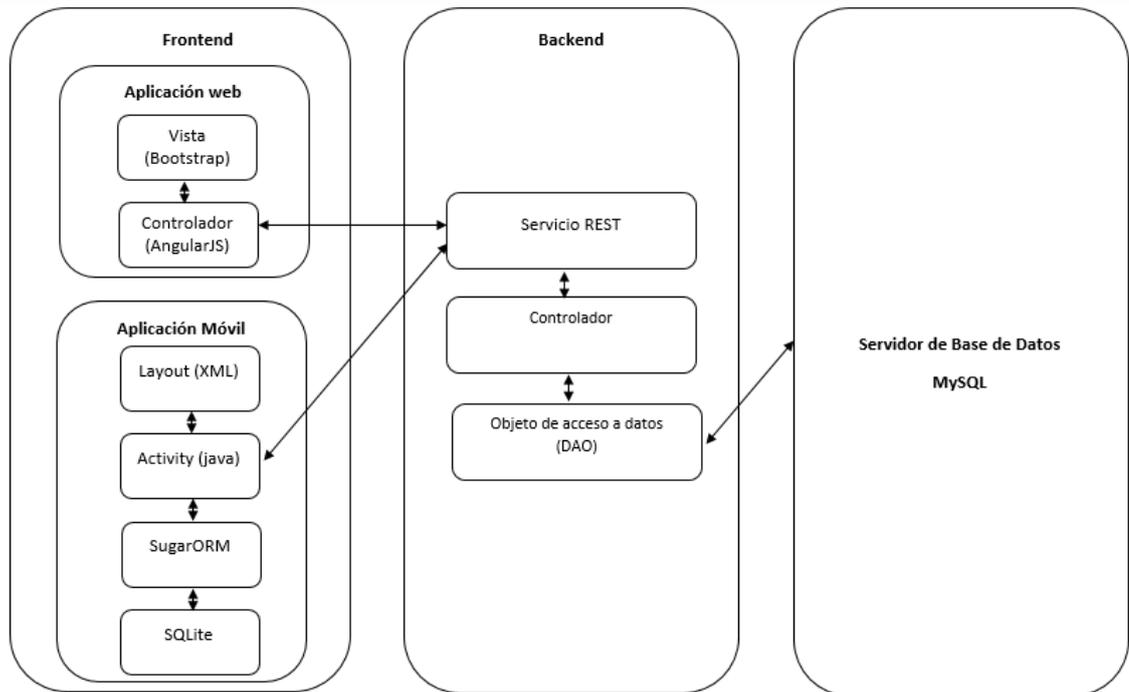


Figura N° 12: Arquitectura final de aplicación web. Diagrama de componentes.

Fuente: Elaboración propia

## b) Diagrama de despliegue

En la Figura N° 13 se muestra el diagrama de despliegue elaborado para la aplicación web y móvil.

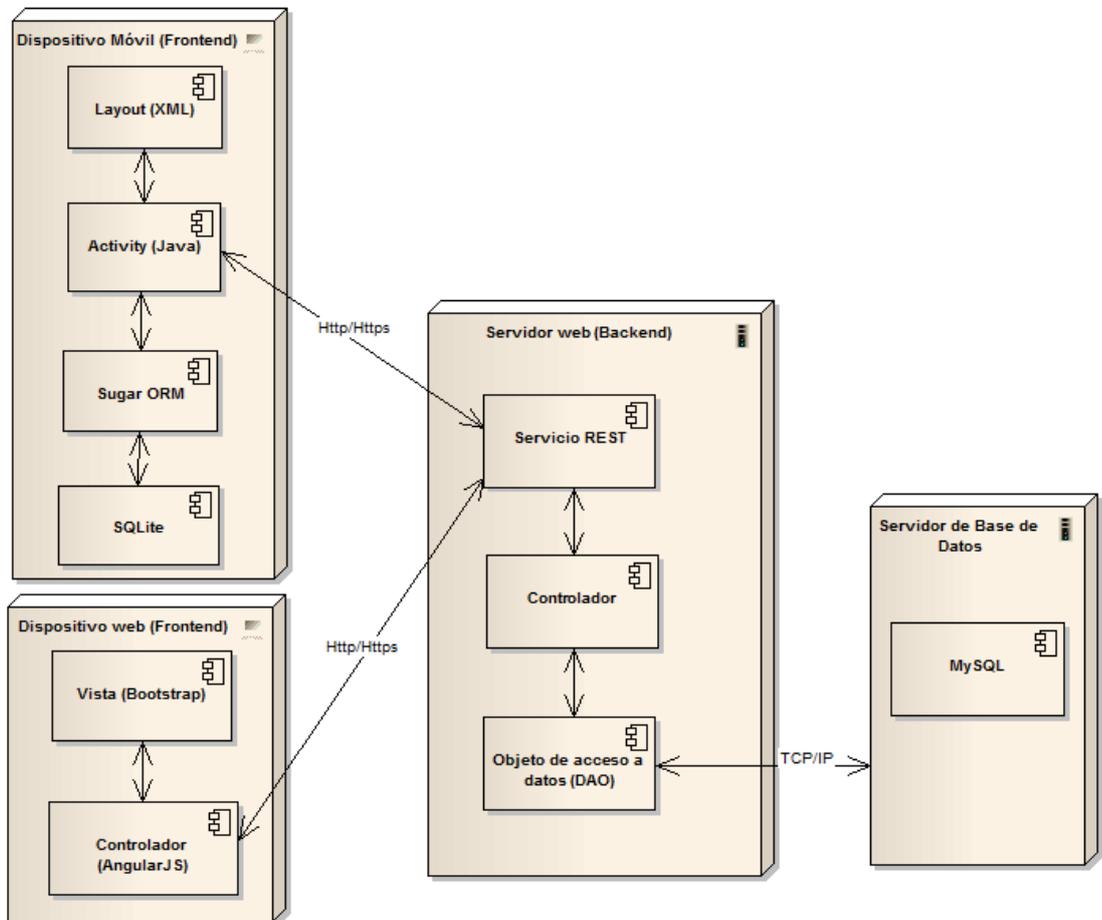


Figura N° 13: Diagrama de Despliegue

Fuente: Elaboración propia

## Tareas de ingeniería

Las tareas de ingeniería se clasificaron orientadas a la forma de desarrollo incremental de la aplicación.

Nº	Historias de usuario	Nº	Tareas de Ingeniería
1	Monitorear maíz morado	1	Registrar nuevo monitoreo
2	Generar recomendaciones	2	Generar recomendaciones
3	Visualizar reportes	3	Emitir reportes
4	Visualizar información del monitoreo	4	Visualizar monitoreo
5	Sincronizar con la base de datos	5	Sincronizar
6	Registrar siembra	6	Registrar siembra
7	Mantener siembra	7	Buscar siembra
		8	Mantener siembra
8	Registrar predio	9	Registrar predio
9	Mantener predio	10	Buscar predio
		11	Mantener predio
10	Registrar centro poblado	12	Registrar centro poblado
11	Mantener centro poblado	13	Buscar centro poblado
		14	Mantener centro poblado

Tabla N° 20: Tareas de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Plan de iteración

<b>Tareas de ingeniería</b>	<b>Historias de usuario</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Programador</b>
1	1	04/09/2017	06/09/2017	Claudia Palomino
2	1	07/09/2017	08/09/2017	Claudia Palomino
3	1	11/09/2017	14/09/2017	Claudia Palomino
4	2	15/09/2017	21/09/2017	Claudia Palomino
5	3	22/09/2017	22/09/2017	Claudia Palomino
6	3	25/09/2017	25/09/2017	Claudia Palomino
7	3	26/09/2017	26/09/2017	Claudia Palomino
8	3	27/09/2017	27/09/2017	Claudia Palomino
9	3	28/09/2017	28/09/2017	Claudia Palomino
10	4	29/09/2017	29/09/2017	Claudia Palomino
11	4	02/10/2017	02/10/2017	Claudia Palomino
12	4	03/10/2017	04/10/2017	Claudia Palomino
13	5	05/10/2017	09/10/2017	Claudia Palomino
14	6	10/10/2017	12/10/2017	Claudia Palomino
15	7	13/10/2017	13/10/2017	Claudia Palomino
16	7	16/10/2017	16/10/2017	Claudia Palomino
17	8	17/10/2017	17/10/2017	Claudia Palomino
18	9	18/10/2017	18/10/2017	Claudia Palomino
19	9	18/10/2017	18/10/2017	Claudia Palomino
20	10	19/10/2017	19/10/2017	Claudia Palomino
21	11	20/10/2017	20/10/2017	Claudia Palomino
22	11	20/10/2017	20/10/2017	Claudia Palomino

Tabla N° 21: Plan de interacción

Fuente: Elaboración propia

Casos de prueba de aceptación

Nº	Historias de usuario	Nº	Casos de aceptación
1	Monitorear maíz morado	1	Verificar que la aplicación móvil registra un nuevo monitoreo y muestra el mensaje de confirmación.
		2	Verificar que la aplicación móvil no permite registrar un nuevo monitoreo para siembras que concluyeron la cuarta etapa fenológica.
2	Generar recomendaciones	3	Verificar que la aplicación móvil genera recomendación por cada monitoreo.
3	Visualizar reportes	4	Verificar que la aplicación web emita reportes.
4	Visualizar información del monitoreo	5	Verificar que la aplicación móvil muestra al técnico solamente los monitoreos de las siembras que se le asignaron.
		6	Verificar que la aplicación móvil muestra al productor solamente los monitoreos de las siembras que corresponden a su propiedad.
		7	Verificar que la aplicación móvil muestra al responsable todos los monitoreos de las siembras.
5	Sincronizar con la base de datos	8	Verificar que la aplicación móvil sincroniza la información con la base de datos al contar con acceso a internet.
		9	Verificar que la aplicación móvil muestra un mensaje de alerta cuando

			no se logró realizar la sincronización.
6	Registrar siembra	10	Verificar que la aplicación web registra una nueva siembra y muestra el mensaje de confirmación.
7	Mantener siembra	11	Verificar que la aplicación web actualiza la información de la siembra y muestra el mensaje de confirmación.
8	Registrar predio	12	Verificar que la aplicación web registra un nuevo predio y muestra el mensaje de confirmación.
9	Mantener predio	13	Verificar que la aplicación web actualiza la información del predio y muestra el mensaje de confirmación.
10	Registrar centro poblado	14	Verificar que la aplicación web registra un nuevo centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.
11	Mantener centro poblado	15	Verificar que la aplicación web actualiza la información del centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.

Tabla N° 22: Casos de prueba de aceptación

Fuente: Elaboración propia

## Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

Las interfaces se han diseñado considerando la usabilidad del sistema, que permiten tener interfaces amigables y fáciles de usar. A continuación, las Figuras N° 14 al 20, muestran las interfaces más relevantes para la presente investigación y las interfaces faltantes se muestran en el Anexo N° 01.

### a) Aplicación web

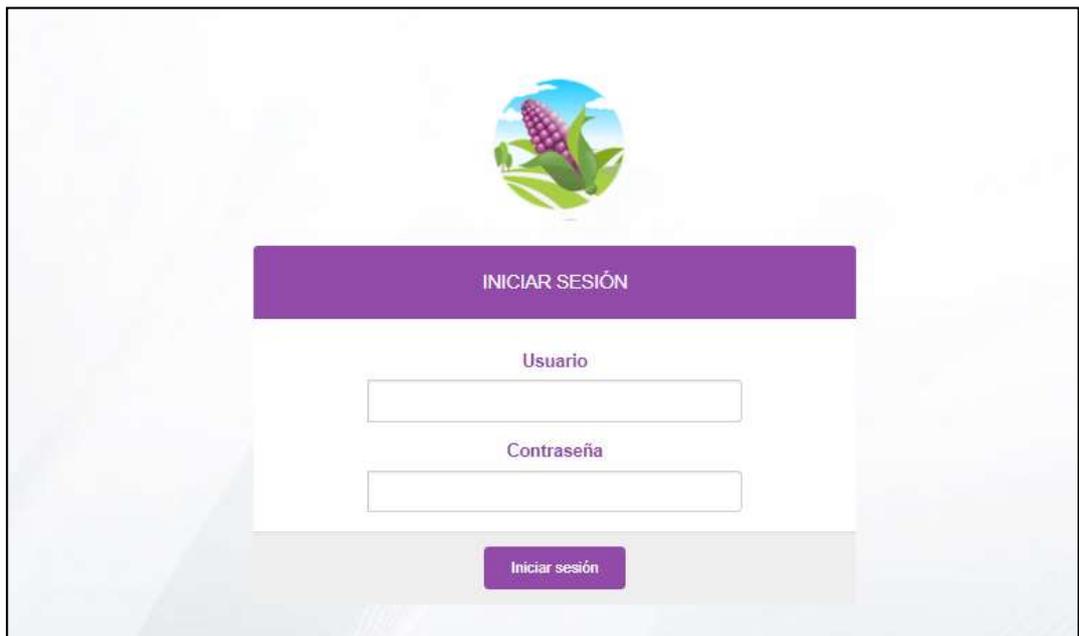


Figura N° 14: Inicio de sesión

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 15: Registrar siembra

Fuente: Elaboración propia

b) Aplicación móvil



Figura N° 16: Inicio sesión

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 17: Menú

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 18: Sincronizar  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 19: Visualizar monitoreo  
Fuente: Elaboración propia

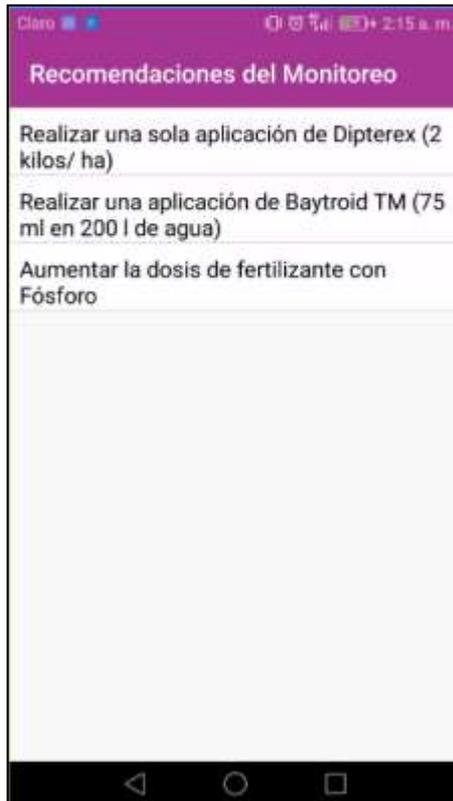


Figura N° 20: Generar recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

## Diseño del Software

Para un diseño simple, se procede a definir tarjetas CRC, que permitan identificar las clases, sus responsabilidades y las colaboraciones que realiza para una historia de usuario y las tareas correspondientes.

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Siembra		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar siembra	Predio	idSiembra
Actualizar información de la siembra		codSiembra
Buscar siembra		numHectarea
Mostrar siembra		numSemilla
Calcular rendimiento esperado		fecSiembra
		fecCosecha
		disSurco
		disPlanta
		numGolpe
		numRendimiento
		mailResponsable
		anioSiembra
		inEstado
		idPredio
		idTipoSiembra
		idTecnico
		idEtapa

Tabla N° 23: Tarjeta CRC N° 1

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Predio		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar predio	CentroPoblado	idPredio
Actualizar información del predio	Distrito	nomPredio
Buscar predio	Provincia	numHectarea
Mostrar predio	Departamento	inEstado
		idCentro
		idProductor

Tabla N° 24: Tarjeta CRC N° 2  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> CentroPoblado		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar centro poblado	Distrito	idCentro
Actualizar información del centro poblado	Provincia	nomCentro
Buscar centro poblado	Departamento	inEstado
Mostrar Centro poblado		idDistrito

Tabla N° 25: Tarjeta CRC N° 3  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Distrito		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar distrito	Provincia	idCentro
	Departamento	nomCentro
		inEstado

		idDistrito
--	--	------------

Tabla N° 26: Tarjeta CRC N° 4  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Provincia		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar provincia	Departamento	idProvincia
		nomProvincia
		inDepartamento

Tabla N° 27: Tarjeta CRC N° 5  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Departamento		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar departamento		idDepartamento
		nomDepartamento

Tabla N° 28: Tarjeta CRC N° 6  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Etapa		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar etapa		idEtapa
		nomEtapa
		inEstado

Tabla N° 29: Tarjeta CRC N° 7  
Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> EtapaPregunta		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar las preguntas por cada etapa	Etapa	idEtapa
	Pregunta	idPregunta
		inEstado

Tabla N° 30: Tarjeta CRC N° 8

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> SiembraRespuesta		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar repuesta	Etapa	idRespuesta
Mostrar repuesta	Pregunta	descValor
Calcular el rendimiento por etapa	Siembra	inValor
Generar recomendación		inEstado
		idSiembra
		idEtapa
		idPregunta
		idValor

Tabla N° 31: Tarjeta CRC N° 9

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Recomendación		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar recomendación		idRecomendacion
		nomRecomendacion
		inEstado

Tabla N° 32: Tarjeta CRC N° 10

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> RecomendacionPregunta		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar recomendación por cada pregunta	Recomendación	idRecomendacion
	Pregunta	idPregunta
		idParametro
		idTipoParametro
		inEstado

Tabla N° 33: Tarjeta CRC N° 11

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Pregunta		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Mostrar preguntas	TipoParametro	idPregunta
	Parametro	nomPregunta
		inEstado
		idTipoPregunta
		idTipoValor

Tabla N° 34: Tarjeta CRC N° 12

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> TipoParametro		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar tipo parámetro		idTipoParametro
Mostrar tipo parámetro		nomTipoParametro
		desTipoParametro
		inBloqueo
		inEstado

Tabla N° 35: Tarjeta CRC N° 13

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Parametro		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar parámetro	TipoParametro	idParametro
Actualizar información del parámetro		nomParametro
Buscar parámetro		desParametro
Mostrar parámetro		valParametro
		inEstado
		idTipoParametro

Tabla N° 36: Tarjeta CRC N° 14

Fuente: Elaboración propia

<b>Tarjeta CRC</b>		
<b>Nombre de clase:</b> Usuario		
<b>Responsabilidades</b>	<b>Colaboradores</b>	<b>Atributos</b>
Registrar usuario		idUsuario
Actualizar información del usuario		nomUsuario
Buscar usuario		apeUsuario
Mostrar usuario		mailUsuario
		imgUsuario
		hashUsuario
		logiUsuario
		passUsuario
		inBloqueo
		inEstado
		idTipoUsuario

Tabla N° 37: Tarjeta CRC N° 15

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura N° 21 se muestra el modelo de la base de datos de la aplicación web y móvil.

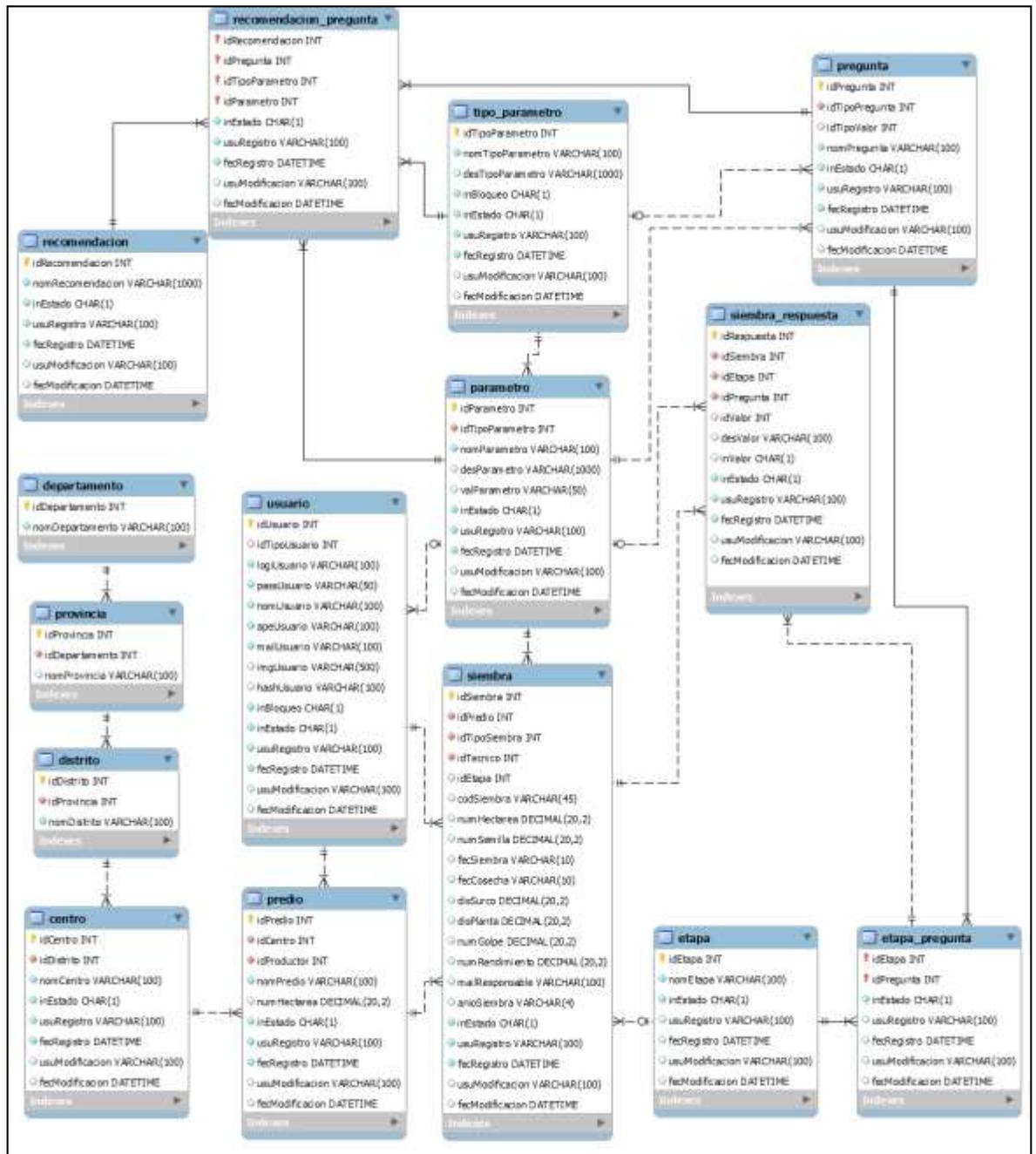


Figura N° 21: Modelo de datos

Fuente: Elaboración propia

## Código fuente de la aplicación móvil de asistencia médica

A continuación se muestra algunas fracciones del código fuente de la aplicación web y móvil para monitoreo del maíz morado.

```
package com.monit.model;

public class Siembra {

    private int idSiembra;
    private int idEtapa;
    private String codSiembra;
    private String nomTipoSiembra;
    private String nomPredio;
    private String nomCentro;
    private String nomEtapa;
    private String nomProductor;
    private String fecSiembra;
    private String fecCosecha;
    private Double numRendimiento;
    private Double numRendimientoFinal;
    private Double numHectarea;
    private String inOnline;

    public int getIdSiembra() { return idSiembra; }

    public void setIdSiembra(int idSiembra) { this.idSiembra = idSiembra; }

    public int getIdEtapa() { return idEtapa; }

    public void setIdEtapa(int idEtapa) { this.idEtapa = idEtapa; }

    public String getNomTipoSiembra() { return nomTipoSiembra; }

    public void setNomTipoSiembra(String nomTipoSiembra) { this.nomTipoSiembra = nomTipoSiembra; }

    public String getNomPredio() { return nomPredio; }
```

```
package com.monit.model;

public class Recomendacion {

    private int idRecomendacion;
    private int idCampo;
    private int idValor;
    private String nomRecomendacion;

    public int getIdRecomendacion() { return idRecomendacion; }

    public void setIdRecomendacion(int idRecomendacion) { this.idRecomendacion = idRecomendacion; }

    public int getIdCampo() { return idCampo; }

    public void setIdCampo(int idCampo) { this.idCampo = idCampo; }

    public int getIdValor() { return idValor; }

    public void setIdValor(int idValor) { this.idValor = idValor; }

    public String getNomRecomendacion() { return nomRecomendacion; }

    public void setNomRecomendacion(String nomRecomendacion) {
        this.nomRecomendacion = nomRecomendacion;
    }
}
```

```

1 <?php
2 namespace beans;
3
4 class Predio extends Bean
5 {
6
7     private $idPredio;
8     private $idCentro;
9     private $idProductor;
10    private $nomPredio;
11    private $numHectarea;
12
13    private $idDepartamento;
14    private $idProvincia;
15    private $idDistrito;
16
17    private $centro;
18    private $departamento;
19    private $provincia;
20    private $distrito;
21    private $productor;
22
23    private $numRendimientoFinal;
24
25    public function __construct(){
26        $this->centro = new Centro();
27        $this->distrito = new Distrito();
28        $this->provincia = new Provincia();
29        $this->departamento = new Departamento();
30        $this->productor = new Usuario();
31    }

```

```

1 <?php
2 namespace beans;
3
4 class Etapa extends Bean
5 {
6
7     private $idEtapa;
8     private $nomEtapa;
9
10    /**
11     * @return the $idEtapa
12     */
13    public function getIdEtapa()
14    {
15        return $this->idEtapa;
16    }
17
18    /**
19     * @return the $nomEtapa
20     */
21    public function getNomEtapa()
22    {
23        return $this->nomEtapa;
24    }
25
26    /**
27     * @param field_type $idEtapa
28     */
29    public function setIdEtapa($idEtapa)
30    {
31        $this->idEtapa = $idEtapa;
32    }
33

```

Reporte de pruebas unitarias

<b>N</b>	<b>Historias de usuario</b>	<b>Nº</b>	<b>Tareas de Ingeniería</b>	<b>Resultado</b>
1	Monitorear maíz morado	1	Registrar nuevo monitoreo	Satisfactorio
2	Generar recomendaciones	2	Generar recomendaciones	Satisfactorio
3	Visualizar reportes	3	Emitir reportes	Satisfactorio
4	Visualizar información del monitoreo	4	Visualizar monitoreo	Satisfactorio
5	Sincronizar con la base de datos	5	Sincronizar	Satisfactorio
6	Registrar siembra	6	Registrar siembra	Satisfactorio
7	Mantener siembra	7	Buscar siembra	Satisfactorio
		8	Mantener siembra	Satisfactorio
8	Registrar predio	9	Registrar predio	Satisfactorio
9	Mantener predio	10	Buscar predio	Satisfactorio
		11	Mantener predio	Satisfactorio
10	Registrar centro poblado	12	Registrar centro poblado	Satisfactorio
11	Mantener centro poblado	13	Buscar centro poblado	Satisfactorio
		14	Mantener centro poblado	Satisfactorio

Tabla Nº 38: Pruebas unitarias

Fuente: Elaboración propia

Modelo de prueba de aceptación

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	1
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil registra un nuevo monitoreo y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Ingresar a la pantalla de monitoreo.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico registra la información del monitoreo y pulsa el botón guardar.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Ingresar los datos de un nuevo monitoreo para la etapa en la que se encuentre la siembra y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Almacena el nuevo monitoreo en la base de datos y muestra mensaje "Se registró el monitoreo".

Tabla N° 39: Caso de prueba N° 1

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	2
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil no permite registrar un nuevo monitoreo para siembras que concluyeron la cuarta etapa fenológica.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Ingresar a la pantalla de monitoreo.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico no puede registrar la información del monitoreo para siembras que concluyeron la cuarta etapa.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	No permite ingresar los datos de un nuevo monitoreo para la siembra que concluyó la cuarta etapa.
<b>Reales</b>	Selecciona una siembra que concluyó la cuarta etapa y no muestra el botón para iniciar con el monitoreo.

Tabla N° 40: Caso de prueba N° 2

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	3
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil genera recomendación por cada monitoreo.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber registrado por el monitoreo.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico pulsa la opción generar recomendaciones al culminar con el registro de monitoreo.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Genera recomendaciones por cada siembra monitoreada.
<b>Reales</b>	Genera las recomendaciones para cada siembra previamente monitoreada.

Tabla N° 41: Caso de prueba N° 3

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	4
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación web emita reportes.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación web.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable selecciona la opción visualizar reportes.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Muestra los reportes según el criterio de búsqueda.
<b>Reales</b>	Muestra los reportes según el criterio de búsqueda.

Tabla N° 42: Caso de prueba N° 4

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	5
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil muestra al técnico solamente los monitoreos de las siembras que se le asignaron.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación móvil.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico pulsa el menú monitoreo.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Muestra la información del monitoreo de las siembras asignadas al técnico.
<b>Reales</b>	Muestra la información del monitoreo de las siembras asignadas al técnico.

Tabla N° 43: Caso de prueba N° 5

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	6
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil muestra al productor solamente los monitoreos de las siembras que corresponden a su propiedad.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación móvil
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El productor pulsa el menú monitoreo
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Muestra la información del monitoreo solamente de las siembras que corresponden a los predios del productor.
<b>Reales</b>	Muestra la información del monitoreo solamente de las siembras que corresponden a los predios del productor.

Tabla N° 44: Caso de prueba N° 6

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	7
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil muestra al responsable todos los monitoreos de las siembras.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación móvil.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable pulsa el menú monitoreo.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Muestra la información del monitoreo de las todas las siembras.
<b>Reales</b>	Muestra la información del monitoreo de las todas las siembras.

Tabla N° 45: Caso de prueba N° 7

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	8
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil sincroniza la información con la base de datos al contar con acceso a internet.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación móvil.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico pulsa la opción sincronizar cuando tenga acceso a internet.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Sincroniza la información registrada en el celular con la base de datos.
<b>Reales</b>	Envía la información registrada en el celular a la base de datos y muestra mensaje “La sincronización se realizó correctamente”.

Tabla N° 46: Caso de prueba N° 8

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	9
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación móvil muestra un mensaje de alerta cuando no se logró realizar la sincronización.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Haber iniciado sesión en la aplicación móvil.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El técnico pulsa la opción sincronizar cuando no tenga acceso a internet.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	La sincroniza la información no se realiza.
<b>Reales</b>	La sincroniza la información no se realiza y muestra mensaje “No se pudo sincronizar”.

Tabla N° 47: Caso de prueba N° 9

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	10
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación web registra una nueva siembra y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Ingresar a la opción “Agregar Siembra”.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable ingresa una nueva siembra y da clic el botón “Registrar siembra”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Ingresar los datos de una nueva siembra y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Almacena la nueva siembra en la base de datos y muestra mensaje “Se registró correctamente la siembra”.

Tabla N° 48: Caso de prueba N° 10

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	11
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación web actualiza la información de la siembra y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Buscar la siembra a actualizar.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable modifica la siembra y da clic el botón “Actualizar siembra”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Actualiza los datos de la siembra y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Actualiza los datos de la siembra en la base de datos y muestra mensaje “Se actualizó correctamente la siembra”.

Tabla N° 49: Caso de prueba N° 11

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	12
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación web registra un nuevo predio y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Ingresar a la opción Nuevo predio.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable registra un nuevo predio y da clic el botón “Registrar predio”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Ingresa los datos de un nuevo predio y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Almacena el nuevo predio en la base de datos y muestra mensaje “Se registró correctamente el predio”

Tabla N° 50: Caso de prueba N° 12

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	de 13
<b>Propósito de prueba:</b>	de Verificar que la aplicación web actualiza la información del predio y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Buscar el predio a actualizar.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	de El responsable modifica el predio y da clic el botón “Actualizar predio”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Actualizar el predio y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Actualizar los datos del predio en la base de datos y muestra mensaje “Se actualizó correctamente el predio”.

Tabla N° 51: Caso de prueba N° 13

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	de 14
<b>Propósito de prueba:</b>	de Verificar que la aplicación web registra un nuevo centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Ingresar a la opción Nuevo centro poblado.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	de El responsable registra un nuevo centro poblado y da clic el botón “Registrar centro poblado”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Ingresar los datos de un nuevo centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Almacena el nuevo centro poblado en la base de datos y muestra mensaje “Se registró correctamente el centro poblado”

Tabla N° 52: Caso de prueba N° 14

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba de aceptación</b>	
<b>Número de prueba:</b>	15
<b>Propósito de prueba:</b>	Verificar que la aplicación web actualiza la información del centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Actividad</b>	
<b>Inicialización</b>	Buscar el centro poblado a actualizar.
<b>Descripción de datos de entrada</b>	El responsable modifica el centro poblado y da clic el botón “Actualizar centro poblado”.
<b>Resultados</b>	
<b>Esperados</b>	Actualiza el centro poblado y muestra el mensaje de confirmación.
<b>Reales</b>	Actualiza el centro poblado en la base de datos y muestra mensaje “Se actualizó correctamente el centro poblado”

Tabla N° 53: Caso de prueba N° 15

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Resultados

Los datos obtenidos en la presente investigación corresponden a 2.0 hectáreas de cultivo de maíz morado en el Distrito de Huanta, Ayacucho. Se recolectó datos de una hectárea en forma manual y una hectárea empleando la aplicación móvil durante las cuatro etapas fenológicas.

### a) Tiempo de registro de información

Se registró la duración de las actividades involucradas para el registro de información de forma manual y empleando la aplicación móvil para cada una de las etapas fenológicas.

Para el tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil se realizan dos actividades: registro de información en campo y registro de información en Excel, mientras que para el tiempo en segundos con el uso de la aplicación móvil solo se realiza la actividad de registro de información en campo, tal como se muestra en la Tabla N° 54.

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Tiempo en segundos con el uso de la aplicación móvil</b>
Siembra – emergencia (I etapa)	Registro de información en campo	1605	937
	Registro de información en Excel	871	-
Emergencia – panoja (II etapa)	Registro de información en campo	1523	927
	Registro de información en Excel	867	-

Panoja – espiga (III etapa)	Registro de información en campo	1655	923
	Registro de información en Excel	913	-
Espiga – maduración (IV etapa)	Registro de información en campo	1674	979
	Registro de información en Excel	763	-

Tabla N° 54: Tiempo de registro de información en por actividades

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró la Tabla N° 55 que muestra el resumen del tiempo total en segundos empleados en cada etapa fenológica.

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Tiempo en segundos con el uso de la aplicación móvil</b>
Siembra – emergencia (I etapa)	2476	937
Emergencia – panoja (II etapa)	2390	927
Panoja – espiga (III etapa)	2568	923
Espiga – maduración (IV etapa)	2437	979

Tabla N° 55: Tiempo de registro de información en cada etapa fenológica

Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 22, muestra tiempo de registro de información en cada etapa fenológica de acuerdo al tipo de registro.

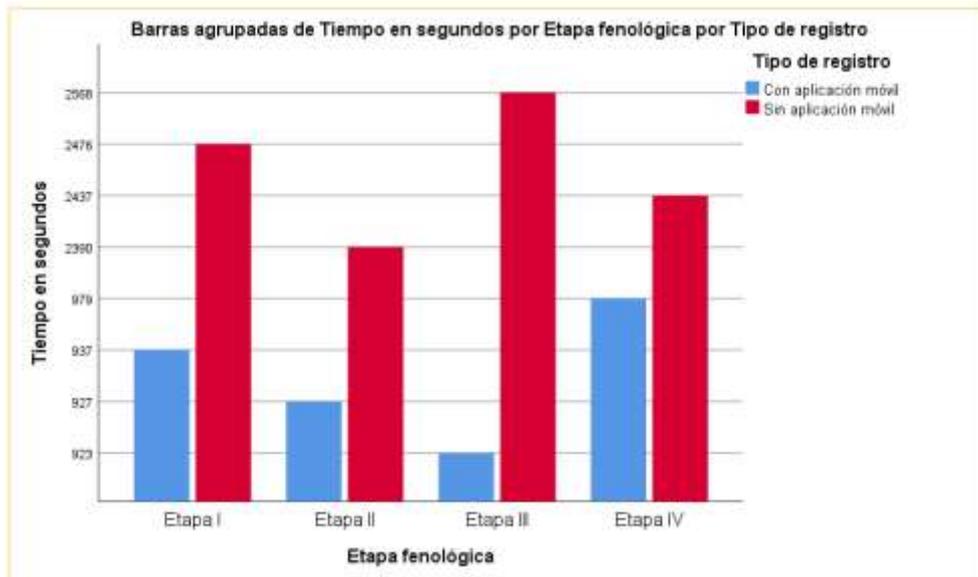


Figura N° 22: Tiempo de registro de información en cada etapa fenológica

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el cálculo del “Porcentaje de reducción” para conocer el porcentaje en el que disminuyó el tiempo de registro de información al usar la aplicación móvil respecto al tiempo de registro sin hacer uso de la aplicación móvil (Ver Tabla N° 56).

Etapa fenológica	Tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil	Tiempo en segundos con el uso de la aplicación móvil	% Reducción
Siembra – emergencia (I etapa)	2476	937	62.16%
Emergencia – panoja (II etapa)	2390	927	61.21%
Panoja – espiga (III etapa)	2568	923	64.06%
Espiga – maduración (IV etapa)	2437	979	59.83%
Total	9871	3766	61.85%

Tabla N° 56: Porcentaje de reducción del tiempo de registro de información

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la Tabla N° 62 del Anexo N° 02 se observa el cálculo del total de tiempo ahorrado en el registro de información del monitoreo del maíz morado.

**b) Tiempo de estimación de rendimiento**

Se registró la duración del tiempo en segundos de la estimación del rendimiento del cultivo del maíz morado realizados en forma manual y empleando la aplicación móvil durante el monitoreo para cada una de las etapas fenológicas, tal como se muestra en la Tabla N° 57.

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Tiempo en segundos con el uso aplicación móvil</b>
Siembra – emergencia (I etapa)	103	2
Emergencia – panoja (II etapa)	112	2
Panoja – espiga (III etapa)	101	2
Espiga – maduración (IV etapa)	109	2

Tabla N° 57: Tiempo de estimación de rendimiento

Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 23, muestra tiempo de estimación del rendimiento en segundos de acuerdo al tipo de registro.

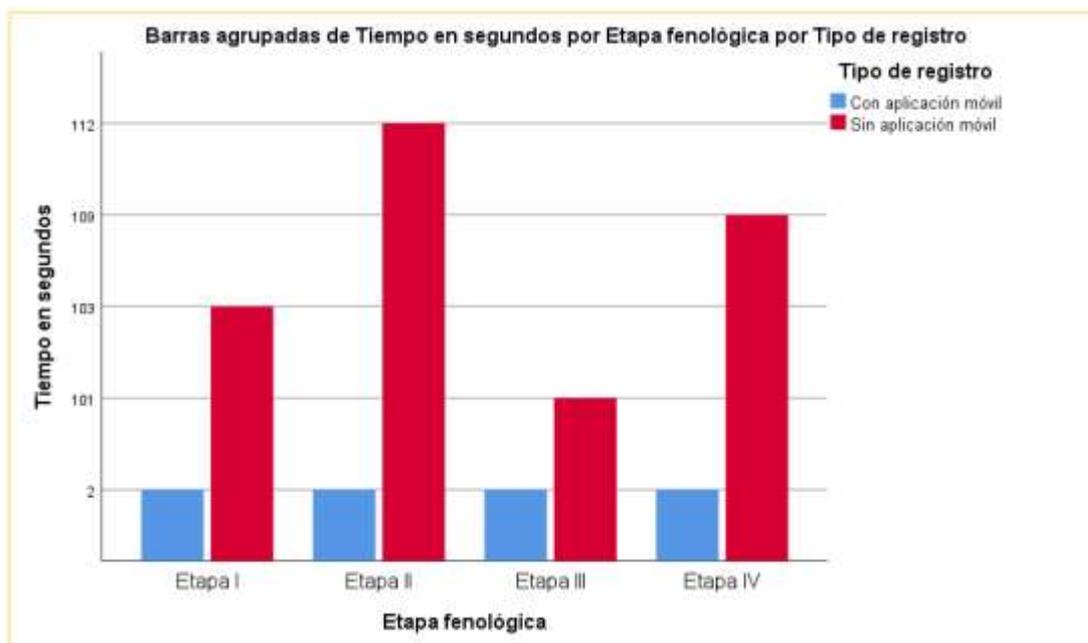


Figura N° 23: Tiempo de estimación de rendimiento

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el cálculo del “Porcentaje de reducción” para conocer el porcentaje en el que disminuyó el tiempo de estimación del rendimiento al usar la aplicación móvil respecto al tiempo de estimación del rendimiento sin hacer uso de la aplicación móvil (Ver Tabla N° 58).

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Tiempo en segundos sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Tiempo en segundos con el uso de la aplicación móvil</b>	<b>% Reducción</b>
Siembra – emergencia (I etapa)	103	2	98.06%
Emergencia – panoja (II etapa)	112	2	98.21%
Panoja – espiga (III etapa)	101	2	98.02%
Espiga – maduración (IV etapa)	109	2	98.17%
Total	425	8	98.12%

Tabla N° 58: Porcentaje de reducción del tiempo estimación de rendimiento

Fuente: Elaboración propia

**c) Recomendaciones generadas**

Se registró la cantidad de recomendaciones generadas en cada etapa fenológica al realizar el monitoreo en forma manual y empleando la aplicación móvil durante el monitoreo para cada una de las etapas fenológicas, tal como muestra en la Tabla N° 59.

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Cantidad de recomendaciones generadas sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Cantidad de recomendaciones generadas con el uso de la aplicación móvil</b>
Siembra – emergencia (I etapa)	1	2

Emergencia panoja (II etapa)	–	1	1
Panoja – espiga (III etapa)		1	2
Espiga maduración (IV etapa)	–	1	1

Tabla N° 59: Cantidad de recomendaciones generadas

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a realizar el cálculo del “Porcentaje de incremento” para conocer el porcentaje en el que aumentó la cantidad de recomendaciones generadas al usar la aplicación móvil respecto a la cantidad de recomendaciones generadas sin hacer uso de la aplicación móvil (Ver Tabla N° 60).

<b>Etapa fenológica</b>		<b>Cantidad de recomendaciones generadas sin el uso de la aplicación móvil</b>	<b>Cantidad de recomendaciones generadas con el uso de la aplicación móvil</b>	<b>% Incremento</b>
Siembra emergencia (I etapa)	–	1	2	100.00%
Emergencia panoja (II etapa)	–	1	1	0.00%
Panoja – espiga (III etapa)		1	2	100.0%
Espiga maduración (IV etapa)	–	1	1	0%
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>50.00%</b>

Tabla N° 60: Porcentaje de incremento de recomendaciones generadas

Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Análisis de resultados**

a) De la Tabla N° 56 se observa que el tiempo en segundos del registro de información para la etapa I, etapa II, etapa III y etapa IV disminuyó en 62.16%, 61.21%, 64.06% y 59.83% respectivamente, logrando un porcentaje de reducción total de 61.85%. Asimismo, se realizó el cálculo de promedios para el tiempo de registro de información sin el uso de la aplicación móvil y con el uso de la aplicación móvil en las etapas fenológicas, obteniendo como resultado 2467.75 segundos y 941.5 segundos respectivamente, lo cual evidencia una reducción entre ambos tiempos. Por lo tanto, se concluye que al usar una aplicación móvil se reduce el tiempo de registro de información en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

b) De la Tabla N° 58 se observa que el tiempo en segundos de la estimación del rendimiento para la etapa I, etapa II, etapa III y etapa IV disminuyó en 98.06%, 98.21%, 98.02% y 98.17% respectivamente, logrando un porcentaje de reducción total de 98.12%. Asimismo, se realizó el cálculo de promedios para la estimación del rendimiento sin el uso de la aplicación móvil y con el uso de la aplicación móvil en las etapas fenológicas, obteniendo como resultado 106.25 segundos y 2 segundos respectivamente, lo cual evidencia una reducción entre ambos tiempos. Por lo tanto, se concluye que al usar una aplicación móvil se reduce el tiempo de estimación del rendimiento en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

b) De la Tabla N° 60 se observa que la cantidad de recomendaciones generadas en la etapa I, etapa II, etapa III y etapa IV incrementó en 100.00%, 0.00%, 100.00% y 0.00% respectivamente, logrando un porcentaje de incremento total de 50.00%. Por lo tanto, se concluye que al usar una aplicación móvil se incrementa la cantidad de recomendaciones en el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

# CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

La estimación obtenida en el monitoreo realizado con la aplicación web/móvil es de 15000 kg/hectárea correspondiente a la cuarta etapa fenológica y al finalizar la cosecha se obtuvo un rendimiento real de 14300 kg/hectárea, observando que el rendimiento estimado se aproxima al rendimiento real. Por otro lado, registrar la información de cada siembra permite contar con una base de datos histórica que ayuda a conocer la evolución de la siembra en una determinada ubicación y prevenir los inconvenientes presentados en siembras pasadas, asimismo, permite mayor acceso y disponibilidad a la información obtenida durante el monitoreo. Por tanto, de la presente investigación se concluye:

1. De acuerdo al literal a), del Capítulo IV - Análisis de Resultados, se afirma coherentemente con la hipótesis específica propuesta, que al usar la aplicación móvil se logró disminuir el tiempo en el registro de información del monitoreo del cultivo del maíz morado.
2. De acuerdo al literal b), del Capítulo IV - Análisis de Resultados, coherentemente con la hipótesis específica propuesta, se afirma que al usar la aplicación móvil se logró disminuir el tiempo de estimación del rendimiento del maíz morado en cada etapa fenológica.
3. De acuerdo al literal c), del Capítulo IV - Análisis de Resultados, coherentemente con la hipótesis específica propuesta, se afirma que al usar la aplicación web y móvil se logró generar mayor cantidad de recomendaciones. Brindar recomendaciones en base a los datos registrados en cada etapa fenológica, ayuda a mejorar el rendimiento del maíz morado para las etapas posteriores, debido a

que al aplicarse las recomendaciones se dará solución a los inconvenientes detectados (plagas, enfermedades, etc.) a fin de disminuir el efecto que estas pueden tener, elevando las probabilidades de un mayor rendimiento.

4. Finalmente, y como consecuencia de lo expuesto, se afirma coherentemente con la hipótesis general propuesta que el uso de una aplicación web y móvil mejora el monitoreo de las etapas fenológicas del maíz morado.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda tomar como guía esta investigación para realizar estudios de otros cultivos a fin de mejorar el rendimiento mediante la realización de un monitoreo adecuado.

2. Se recomienda investigar el desarrollo e implementación de un sistema inteligente que permita detectar la presencia de plagas que afectan el rendimiento de cultivos y permita tomar decisiones de prevención.

3. Se recomienda realizar cambios en la aplicación web y móvil desarrollada en la presente investigación a fin de poder ser usados en los diferentes cultivos.

4. Se recomienda tomar como guía las recomendaciones elaboradas para el maíz morado y proponer nuevas recomendaciones orientadas a mejorar el monitoreo.

5. Se recomienda ampliar la investigación mediante la implementación del uso de drones en el proceso de monitoreo del cultivo de maíz morado ya que permitirá tener una mayor visión del cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2016). *Sistema de información basado en recomendaciones para mejorar el rendimiento del cultivo de papa en la región de Puno aplicando metodología Ágil XP*. Tesina. Universidad Nacional de Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Agrobanco (2013), *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de kiwicha*. Ancash, Perú.
- Alfaro, C. (2012). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería*. Proyecto de investigación. Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú.
- Alvira, M. (2002). *Perspectiva cualitativa / perspectiva cuantitativa en la metodología sociológica*. México. México: Mc Graw Hill.
- Android Developer (2018). *Versiones de la plataforma*. Recuperado de <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
- Aumaille, B. (2002). *J2EE Desarrollo de aplicaciones web*. Barcelona, España: Eni.
- Beck, K. y Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: embrace change* (2ª Ed.).USA: Addison-Wesley.
- De la Casa, A. (2011). *Monitoreo de cultivos de maíz y estimación de rendimiento a nivel de lote con datos de Aqua-modis en córdoba, Argentina*. Trabajo de Doctorado publicado. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- De Paz, S. y Escobar, G. (2001). *Propuesta de un programa de monitoreo como herramienta de control a los medios alternativos de comunicación que existen en el área Metropolitana de San Salvador*. Tesis de pregrado. Universidad Francisco Gavidia, San Salvador, El Salvador.
- DeviceAtlas (2017). *Mobile Web Intelligence Report Q2 2017*. Recuperado de <http://discover.deviceatlas.com/mobile-web-intelligence-report-q2-2017/>
- Garay, J. y Cruz, J. (2015). *El cultivo de maíz en San Luis* (Informe técnico 188). San Luis: Inta Ediciones.
- García, F. (2009). *La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales*. México, México: Editorial Limusa.

- Guillen, J., Mori, S. y Paucar L. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. Subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria*, 5 (4) ,211-217.
- Heidegger, M. (2011). *El concepto del tiempo* (5ª Ed.). Madrid, Madrid: Trotta.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México, México: McGraw Hill Interamericana.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2012). *Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2015). *Bases para el manejo del cultivo de maíz*. Buenos Aires, Argentina.
- Izarra, W. y López, F. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Dirección General de Agrometeorología. Recuperado de [http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual\\_fenologico.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf)
- Juárez, R. (2011). *Proceso de desarrollo independiente de una aplicación móvil android*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México, México, México.
- Justiniano, E. (2010). *Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (zea mayz l.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina*. Tesis de posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Kirk, R. (1995). *Experimental design: procedures for the behavioral sciences* (3ªEd.). California, Estados Unidos: Brooks/Ciole Publishing.
- Lafitte, H. (1994). *Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo*. México, México: CIMMYT.
- Marozzi, D., Debortoli, G., Méndez, M. y Currie, H. (2005). *Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de riego*. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-036.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego (2017). *Maíz morado*. Recuperado de [http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/506/maiz\\_morado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/506/maiz_morado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- National Academy of Sciences. (2005). *Facilitat inginter disciplinary Research*. Washington, Estados Unidos: The National Academies Press
- Pressman Roger (2010). *Ingeniería de Software, Un enfoque Práctico (7ª Ed.)*. México,México: McGraw Hill.
- Rengifo, A. y Castillo, T. (2015). *Uso de información meteorológica para la vigilancia fenología del cultivo de maíz y su adaptación al cambio climático, en dos épocas de siembra a través de un sistema informático en el fundo Aucaloma – UNSM*. Proyecto de Investigación, Tarapoto, Perú.
- Secretaria de Salud del Gobierno de la Republica de Honduras. (2015). *Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Gestión para Resultados*. Recuperado de <http://www.salud.gob.hn/web/index.php/upeg>
- Seoane, E. (2005). *La nueva era del comercio, el comercio electrónico: las TIC al servicio de la Gestión Empresarial*. Madrid, España: Ideas propias.
- Sistema Integrado de Comercio Exterior (2018). *Exportación del producto maíz morado según sus principales mercados en kg 2013 - 2018*. Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=1582518>
- Sierra Exportadora. (2013). *Perfil comercial de antocianina de maíz morado*. Lima, Perú.
- Solid Perú. (2007), *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho*. Ayacucho, Perú.
- Soria, J., Fernández, Y. y Granados, R. (2004). Investigaciones Geográficas. *Methodology for prediction of cornyield using remote sensing satellite data in Central México*, 55,61-78. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n55/n55a5.pdf>
- Taiz, L. y Zeiger E. (2006). *Fisiología vegetal (3ª Ed.)*. Los Ángeles, California: Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Torres, C. (2007). *Orientaciones Básicas de Metodología de la Investigación Científica (9ª Ed.)*. Lima, Lima: Libros y publicaciones.
- Quiroz, D. (2013). *Desarrollo de aplicación móvil para verificar el estado de las colas de los usuarios, para una entidad financiera*. Tesis de pregrado. Universidad José Antonio Páez, San Diego, Venezuela.

# ANEXOS

## Anexo 01: Interfaz gráfica

### a) Aplicación web

The screenshot shows a web interface titled "CENTRO POBLADOS". It features a search form with the following fields: "Departamento" (dropdown menu with "Todos" selected), "Provincia" (dropdown menu with "Todos" selected), "Distrito" (dropdown menu with "Todos" selected), "Centro Poblado" (text input field containing "Centro Poblado"), and "Estado" (dropdown menu with "Todos" selected). There are two buttons: "Buscar Centros" and "Agregar Centro". Below the form is a table with a purple header containing the following columns: "Nombre", "Departamento", "Provincia", "Distrito", "Nombre Centro", "Estado", and "Acciones". The table body is empty, displaying the message "No existen datos disponibles". At the bottom right of the table area, there are two links: "Anterior" and "Siguiente".

Figura N° 24: Buscar centro poblado

Fuente: Elaboración propia

The screenshot shows a web interface titled "REGISTRO DE CENTRO POBLADO". It features a registration form with the following fields: "Departamento" (dropdown menu with "Todos" selected), "Provincia" (dropdown menu with "Todos" selected), "Distrito" (dropdown menu with "Todos" selected), and "Centro Poblado" (text input field). There are two buttons: "Regresar" and "Registrar Centro Poblado".

Figura N° 25: Registrar centro poblado

Fuente: Elaboración propia

**PREDIOS**

Departamento :

Provincia :

Distrito :

Centro Poblado :

Productor :

Predio :

Estado :

Item	Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado	Productor	Nombre Predio	Estado	Acciones
No existen datos disponibles								

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Figura N° 26: Buscar predio

Fuente: Elaboración propia

**REGISTRO DE PREDIO**

Departamento :

Provincia :

Distrito :

Centro Poblado :

Productor :

Predio :

Hectareas :

Figura N° 27: Registrar predio

Fuente: Elaboración propia

**SIEMBRAS**

Predio :

Tipo Siembra :

Estado :

Item	Predio	Siembra	Tipo	Hectarea	Fecha Siembra	Fecha Ploteado Casucha	Estado	Acciones
No existen datos disponibles								

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Figura N° 28: Buscar siembra

Fuente: Elaboración propia

## b) Aplicación móvil



Figura N° 29: Siembras asignadas  
Fuente: Elaboración propia

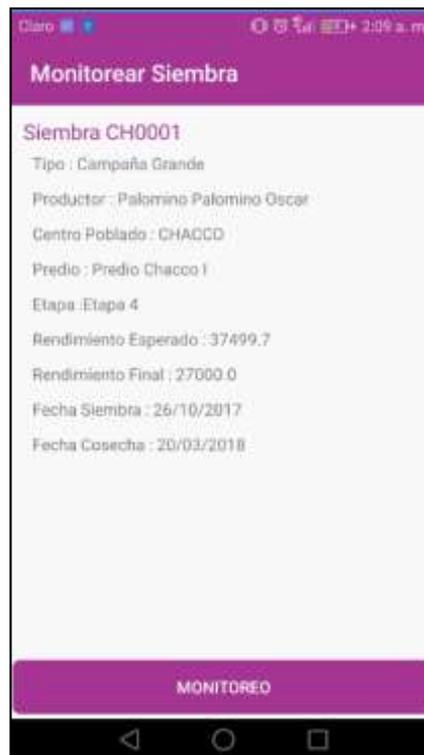


Figura N° 30: Monitorear siembra  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 31: Registrar monitoreo  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 32: Selección para recomendaciones  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 02: Beneficio

De acuerdo al literal 4.3. Análisis de Resultados del Capítulo IV, se logró reducir la cantidad de horas durante el monitoreo del maíz morado en cada etapa fenológica, cuyo beneficio se ve reflejado en la cantidad de monitoreos que realiza el trabajador. Asimismo, en este tiempo se puede realizar nuevas actividades que contribuyan en el monitoreo del cultivo del maíz morado.

En el distrito de Huanta se tiene en total 120 hectáreas destinadas a sembrar maíz morado:

Nº	Pago/Comunidad	Hectáreas
1	Socoscocha	2.0
2	Chacco	10.5
3	Paquecc	23.5
4	Viru Viru	7.0
5	Huanza	16.0
6	Pampachacra	7.5
7	Quinrapa	19.5
8	Maynay	17.0
9	Huaysuy	7.5
10	San Luis	3.5
11	Espíritu Santo	6.0
Total		120.0

Tabla N° 61: Comunidades destinadas a sembrar maíz morado

Fuente: Elaboración propia

Cada año se realiza dos siembras del maíz morado conocida por los productores como siembra grande y siembra chica. Tomando en cuenta el tiempo de registro de información en forma manual 9871 segundos y usando la aplicación móvil 3766 segundos, se realizó el cálculo en horas para 120 hectáreas en cada tipo de siembra en un año.

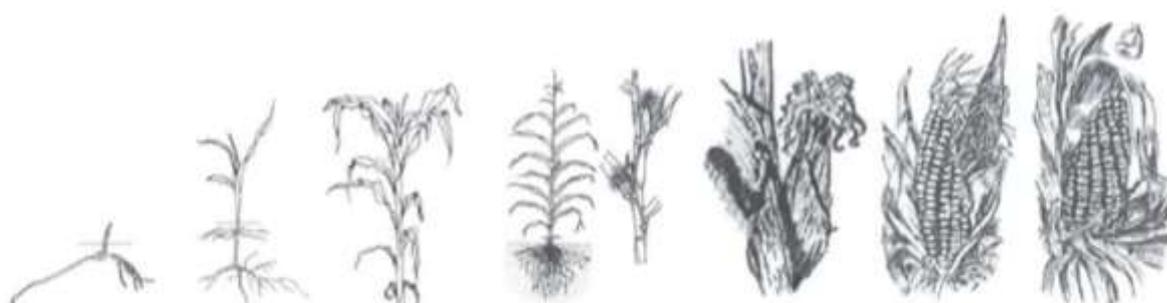
Tipo de siembra	Total de hectáreas	Registro de información de monitoreo (horas)		Tiempo ahorrado
		Forma manual	Usando la aplicación web y móvil	
Grande	120	329.03	125.53	203.5
Chica	120	329.03	125.53	203.5
Total	240	658.06	251.06	407.0

Tabla N° 62: Cálculo de horas por tipo de siembra

Fuente: Elaboración propia

Entonces al transcurrir cinco años se ahorraría en total 2035 horas en el registro de información de monitoreo del maíz morado.

### Anexo 03: Fases fenológicas del maíz



EMERGENCIA	APARICIÓN DE HOJAS	PANOJA	ESPIGA	MADURACIÓN LECHOSA	MADURACIÓN PASTOSA	MADURACIÓN CÔRNEA
Aparición de las plantitas por encima de la superficie del suelo.	Comienza desde que aparecen las dos primeras hojas, debiéndose anotar como fase "dos hojas", y así sucesivamente de acuerdo al número de hojas que vayan saliendo hasta el inicio de la fase panoja.	Se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta, sin ninguna operación manual que separen las hojas que la rodean.	Salida de los estigmas (barba o cabello de choco), se produce a los ocho o diez días después de la aparición de la panoja.	Se ha formado la mazorca; y los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.	Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro. Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa.	Los granos de maíz están duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado.

Figura N° 33: Fases fenológicas del maíz

Fuente: Izarra y López (2011)

**Anexo 04: Composición físico – químico proximal coronta y grano de maíz morado (100 gramos de la parte comestible)**

<b>Componentes mayores (g) menores (mg)</b>	<b>Maíz morado</b>	<b>Bebida (chicha)</b>
Calorías	357.00 g	20.00 g
Agua	11.40 g	95.00 g
Proteínas	6.70 g	0.00 g
Carbohidratos	76.90 g	5.00 g
Fibra	1.80 g	-
Ceniza	1.70 g	0.1 g
Calcio	12.00 mg	24.00 mg
Fósforo	328.00 mg	4.00 mg
Hierro	0.02 mg	1.30 mg
Cianidina	0.06 mg	-
Tiamina	0.38 mg	0.00 mg
Rivoflavina	0.02 mg	0.10 mg
Niacina	2.80 mg	0.04 mg
Ácido Ascórbico reducido	0.00 mg	0.000 mg

Tabla N° 63: Composición físico – químico coronta y grano de maíz morado

Fuente: Sierra Exportadora (2013)

## Anexo 05: Planilla fenológica del maíz

**ESTACIÓN** : CO-Santa Cruz  
**ALTITUD** : 2026 m.s.n.m.  
**LATITUD** : 6° 37' 59" S  
**LONGITUD** : 78° 56' 51" W  
**MES** : Enero      **AÑO** : 2005

**REGIÓN** : Cajamarca  
**PROVINCIA** : Santa Cruz  
**DISTRITO** : Santa Cruz  
**CUENCA** : Chancay-Lambayeque  
**EXTENSIÓN** : 0.75 ha

**CULTIVO** : maíz  
**VARIEDAD** : de la zona  
**DISTANCIA A LA ESTACIÓN** : 300 r  
**FECHA DE SIEMBRA** : 25-10-2004  
**OBSERVADOR** : José Ramos Rojas

F E C H A	FASE FENOLÓGICA	AVANCE FENOLÓGICO						ESTADO DEL CULTIVO	LABORES CULTURALES		DAÑOS CAUSADOS POR FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS			DAÑOS CAUSADOS POR PLAGAS Y ENFERMEDADES			RENDIMIENTO DEL CULTIVO (kg/ha, t/ha)	
		PUNTOS DE OBSERVACIÓN					%		LABORES	OBSERVACIONES	FENÓMENO METEOROLÓGICO	TIPO DE DAÑO	% DAÑO	PLAGA O ENFERMEDAD	TIPO DE DAÑO	% DAÑO		
		A	B	C	D	TOTAL												
1	13 hojas	2	1	3	2	8	20	3			ninguno							
2	13 hojas	3	4	5	4	16	40	3			ninguno							
3	13 hojas	5	6	7	5	23	57.5	3	Riego	1 hora	ninguno							
4	13 hojas	8	7	8	6	29	72.5	3			ninguno							
5	Panoja	0	0	1	0	1	2.5	3			ninguno							
6											ninguno							
7	Panoja	1	1	2	1	5	12.5	3			ninguno							
8											ninguno							
9	Panoja	3	2	4	2	11	27.5	3			ninguno							
10									Aplicación Dipterex	granulado 7 kg/ha	ninguno							
11	Panoja	5	4	5	3	17	42.5	3			ninguno							
12											ninguno							
13	Panoja	7	5	6	5	23	57.5	3			ninguno							
14											ninguno							
15	Panoja	9	8	7	6	30	75	3	Densidad de siembra	78530 plantas/ha	ninguno							
16											ninguno							
17	Espiga	1	1	0	1	3	7.5	3			ninguno							
18											ninguno							
19	Espiga	4	3	2	3	12	30	3			ninguno							
20											ninguno							
21	Espiga	6	5	4	6	21	52.5	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
22											Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
23	Espiga	6	5	4	6	21	52.5	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
24											Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
25	Espiga	8	6	5	7	26	65	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
26											Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
27	Espiga	10	8	7	10	35	87.5	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
28											Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
29	Espiga	10	10	10	10	40	100	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
30											Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				
31	Maduración lechosa	1	1	1	1	4	10	2			Deficiencia lluvias	hojas marchitas	10	ninguno				

Figura N° 34: Planilla fenológica del maíz

Fuente: Izarra y López (2011)

## Anexo 06: Formato para registro de control de tiempo

CONTROL DE TIEMPO								
Actividades	Manual				Aplicación móvil			
	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Tiempo total	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Tiempo total
Registro de información en campo								
Registro de información en excel								
Cálculo de rendimiento en monitoreo								
Generar recomendación								
Visualizar recomendación								

Figura N° 35: Formato para registro de control de tiempo  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 07: Análisis y elaboración de recomendaciones

### Etapa I: Siembra – Emergencia

Campo	Valor	Causa	Recomendación
Estado de Semilla	Trozos	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
			Aplicar un insecticida sistémico
		Pájaros o roedores	Aplicar un repelente para pájaros a la semilla
			Poner veneno en las madrigueras cercanas al campo
	Podridas	Enfermedad	Aplicar un fungicida como tratamiento de la semilla para combatir las enfermedades de la semilla y la plántula
		Almacenamiento en condiciones de humedad relativa y/o temperatura alta o el secado excesivamente rápido	Comprobar la viabilidad de la semilla
		Aniego	Nivelar el campo o no sembrar maíz en las partes bajas
	Instalar canales de drenaje		
	Sembrar en camas anchas y elevadas o en surcos		
	No hinchadas	Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda
Usar la labranza de conservación para reducir la pérdida de agua en el suelo.			
Hinchadas	Almacenamiento en condiciones de humedad relativa y/o temperatura alta, y el daño por	La humedad relativa del lugar de almacenamiento debe ser inferior al 65%. A temperaturas entre 6 y 30 °C, el maíz debe tener un contenido estable de humedad del 12%.	

		insectos o el secado excesivamente rápido	
		Se colocó el fertilizante demasiado cerca de la planta, en especial cuando sufrían estrés hídrico	Usar un espeque con dos puntas para hacer un hoyo especialmente para el fertilizante.
	Mordidas	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector Aplicar un insecticida sistémico
Estado de Plántula	Podridas o mordidas	Enfermedad	Aplicar un fungicida como tratamiento de la semilla para combatir las enfermedades de la semilla y la plántula
		Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector Aplicar un insecticida sistémico
	Trozos	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector Aplicar un insecticida sistémico
		Pájaros o roedores	Aplicar un repelente para pájaros a la semilla Poner veneno en las madrigueras cercanas al campo
Estado de Coleoptido	Doblado o retorcido	Daño por herbicida	Cambiar a un producto menos nocivo o usar dosis más bajas
Enfermedad	Si		Aplicar un fungicida como tratamiento de la semilla para combatir las enfermedades de la semilla y la plántula.

Figura N° 36: Análisis y elaboración de recomendaciones - Etapa I

Fuente: Elaboración propia

**Etapa II: Emergencia - Panoja**

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>	<b>Causa</b>	<b>Recomendación</b>
Estado de hojas	Enrolladas o marchitas	Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda
			Usar la labranza de conservación para reducir la pérdida de agua en el suelo
			Mejorar el control de malezas
Estado de cogollo	Se desprende fácilmente y está roto	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
			Aplicar un insecticida sistémico
Estado de tallo	Dañado	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
			Aplicar un insecticida sistémico
		Daño por herbicida	Aplicar fertilizante como abono lateral en cobertera cuando hay suficiente humedad en el suelo y colocar el producto por lo menos a 10 cm del tallo
Raíz	Cortadas o podridas	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
			Aplicar un insecticida sistémico
		Labranza demasiado cerca de las plantas	Mejorar la preparación de la tierra o las prácticas de labranza
	Atrofiadas o descoloridas	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
Aplicar un insecticida sistémico			

		Ph inadecuado	Aplicación de fertilizantes acidificantes
Color de hoja	Rayas amarillas	Carencia de Magnesio	Aumentar la dosis de fertilizante con Magnesio
	Rayas blancas	Carencia de Zinc	Aumentar la dosis de fertilizante con Zinc
	Manchas amarillas o color café	Insectos succionadores	Aplicar insecticida
	Bordes Senescentes	Carencia de potasio	Aumentar la dosis de fertilizante con Potasio
			Modificar el calendario de irrigación para efectuar menos riegos, pero aplicando más agua en cada uno. Lixiviar el suelo con agua de buena calidad para eliminar la acumulación de sal
		Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda
			Mejorar el control de malezas
	Forma de V senescente	Carencia de Nitrógeno	Aumentar la dosis de fertilizante con Nitrógeno
	Manchas blancas anchas a lo largo	Carencia de Zinc	Aumentar la dosis de fertilizante con Zinc
	Rayas amarillas entre las venas foliares	Carencias de Fierro o de Azufre en plantas que ya pasaron V6	Aumentar la dosis de fertilizante con Azufre
Púrpura	Carencia de Fósforo en plantas que aún no llegaron a V6	Aumentar la dosis de fertilizante con Fósforo	

	Apariencia descolorida quemada	o	Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda. Mejorar el control de malezas.
	Rayas blancas angostas		Enfermedad de Rayado fino achaparramiento del maíz por carencia de Magnesio, Fierro y Azufre	Aumentar la dosis de fertilizante con Magnesio, Fierro y Azufre
	Grisáceas		Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda Mejorar el control de malezas
			Suelo salinos	Modificar el calendario de irrigación para efectuar menos riegos, pero aplicando más agua en cada uno. Lixiviar el suelo con agua de buena calidad para eliminar la acumulación de sal
	Pálidas, amarillas con tallos delgados		Antes de la etapa V6, carencia de Nitrógeno o, con menos frecuencia, de Azufre o poca radiación solar	Aumentar la dosis de fertilizante con Nitrógeno y Azufre
Enfermedad	Si			Aumentar la dosis de fertilizante con Magnesio, Fierro y Azufre. Causa: Enfermedad de Rayado.

Figura N° 37: Análisis y elaboración de recomendaciones - Etapa II

Fuente: Elaboración propia

### Etapa III: Panoja – Espiga

Campo	Valor	Causa	Recomendación
Estado de estigmas	Demora en emisión	Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda
			Mejorar el control de malezas
	Devorado por insectos	Insectos	Tratar la semilla con un producto químico protector
			Aplicar un insecticida sistémico

Figura N° 38: Análisis y elaboración de recomendaciones - Etapa III

Fuente: Elaboración propia

### Etapa IV: Espiga – Maduración

Campo	Valor	Causa	Recomendación
Color de hoja	Rayas amarillas	Carencia de Magnesio	Aumentar la dosis de fertilizante con Magnesio
	Rayas blancas	Carencias de Zinc	Aumentar la dosis de fertilizante con Zinc
	Manchas amarillas o color café	Insectos succionadores	Aplicar insecticida
	Púrpura	Carencia de Fósforo	Aumentar la dosis de fertilizante con Fósforo
	Apariencia descolorida o quemada	Humedad insuficiente	Aumentar la retención de agua en el suelo utilizando una cubierta, curvas de nivel o surcos con represas para mejorar la infiltración, o efectuando una aradura profunda. Mejorar el control de malezas.

Figura N° 39: Análisis y elaboración de recomendaciones - Etapa IV

Fuente: Elaboración propia

## Plagas

Nombre	Recomendación	Consecuencias
Cortadores o gusanos de tierra	Realizar una sola aplicación de Dipterex (2 kilos/ ha)	Afecta a las plántulas recién germinadas cortándolas a nivel del cuello, casi al ras del suelo y provoca su caída y muerte. Se controla realizando una buena preparación del suelo y aplicando riegos pesados.
	Realizar una aplicación de Baytroid TM (75 ml en 200 l de agua)	
Gusano cogollero	Realizar una aplicación de Oncol, Monitor, Tamaron, Decis, Azodrin entre otros	Es un gusano que se alimenta del cartucho o cogollo en diferentes épocas de desarrollo de la planta. Cuando el ataque es muy intenso el gusano no sólo se alimenta de los bordes de las hojas sino que demás presentan grandes agujeros
Gusano de la mazorca	Realizar una aplicación de Cipermetrinas, entre otros.	Es una plaga que al atacar ocasiona daños significativos en la mazorca (picadura y pudrición de granos en la mazorca).

Figura N° 40: Análisis y elaboración de recomendaciones - Plagas

Fuente: Elaboración propia

## Temperatura

Nombre	Recomendación
Alta (Mayor a 30°C)	Aumentar la frecuencia de los riegos
Baja (Menor a 24°C)	Aumentar la dosis de fertilizante con Fósforo

Figura N° 41: Temperatura

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 08: Estimación del rendimiento del maíz morado**

Para la estimación del rendimiento esperado se procede a realizar el siguiente cálculo para una hectárea:

1. Se obtiene la cantidad de plantas considerando la distancia entre plantas (100 metros / distancia entre plantas )
2. Se obtiene la cantidad de plantas considerando la distancia entre surcos (100 metros / distancia entre surcos )
3. Se multiplica los valores obtenido en los puntos 1 y 2 por el total de semillas por golpe para hallar el total de plantas
4. Se multiplica el total de plantas por el peso de planta para obtener el rendimiento esperado (kg/ha).

Para la estimación del rendimiento en cada etapa fenológica se debe realizar los siguientes pasos:

1. Se elige cinco muestras de 1m<sup>2</sup> del área total cultivada.
2. En cada muestra se contabiliza el total de plantas y se haya el promedio.
3. Al conocer la cantidad de plantas de 1m<sup>2</sup> se procede a calcular el total plantas para el total del área cultiva (hectárea).
4. Finalmente el rendimiento es obtenido al multiplicar el total de plantas por el peso de la planta (kg/ha).

## Anexo 09: Fotos del monitoreo del maíz morado



Figura N° 42: Inicio de siembra del maíz morado  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 43: Etapa I  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 44: Etapa II  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 45: Etapa III  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 46: Etapa IV  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 47: Cosecha del maíz morado  
Fuente: Elaboración propia