



## Sistema de información para identificar plagas que atacan el cultivo de la Quinoa del Altiplano, aplicación “MIPQUI” para celulares Android

### Information system to identify pests that attack the cultivation of Quinoa in the Altiplano, “MIPQUI” application for Android phones

*Luis Miguel Quenta Herrera y Celia M. Fernández Chávez*

**RESUMEN:** En el siguiente artículo expongo los resultados de una tesis de grado, relacionada con la identificación de plagas para su respectivo control, mediante tratamientos de manejo integrado de plagas. Diseñar una herramienta virtual compatible para celulares android, sobre la identificación, descripción y control de plagas en el cultivo de la quinoa del Altiplano. Tomando como base las investigaciones previas realizadas por profesionales e instituciones en la temática del manejo de plagas en el cultivo de la quinoa.

**PALABRAS CLAVE:** Identificación de plagas, Manejo de plagas, Tecnología alternativa, agricultura inteligente, tecnología de información y comunicación.

**ABSTRACT:** In the following article I expose the results of a degree thesis, related to the identification of pests for their respective control, through integrated pest management treatments. Design a compatible virtual tool for android cell phones, on the identification, description and control of pests in the cultivation of quinoa of the Altiplano. Based on previous research conducted by professionals and institutions in the field of pest management in the cultivation of quinoa.

**KEYWORDS:** Pest identification, Pest management, Alternative technology, intelligent agriculture, information and communication technology.

**AUTORES:** *Luis Miguel Quenta Herrera:* Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. [lm.luismiqh@gmail.com](mailto:lm.luismiqh@gmail.com)

*Celia M. Fernández Chávez:* Docente. Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

*Recibido:* 25/04/19. *Aprobado:* 20/06/19.

*DOI:* <https://doi.org/10.53287/oycd3873tb72x>



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la quinoa ha tomado un interés mundial por las características que presenta su grano, así como su amplia variabilidad genética y su adaptación a condiciones adversas de clima y suelo, ese crecimiento genera el hábitad adecuado para el desarrollo de plagas, los daños registrados con gravedad corresponden a dos complejos; complejo ticonas (*Agrotis ipsilon*, *Copitarsia incommoda* y *Helicoverpa quinoa*) y complejo polillas (*Eurysacca quinoae* y *Eurysacca melanocampa*) con una pérdida de 50 y 70 %.

Las tecnologías alternativas van de mano con la agricultura, así como las tecnologías de información y comunicación, favoreciendo el uso de diversos mecanismos (voz, texto, Internet, transferencias electrónicas) y tipo de servicios

prestados (datos, comunicación, información técnica) (Gonzales, Rendón, Sargerman, Cruz, & Díaz, 2015).

La necesidad de sistematizar toda la información relacionada con las plagas principales que atacan el cultivo y los tratamientos para controlarlos en un solo dispositivo móvil de manera intuitiva en el manejo.

La aplicación MIPQUI tiene la finalidad de ayudar al productor en el diagnóstico de plagas, gracias a una esquema de datos basada en preguntas, podrá identificar de forma gráfica la plaga que existe en su cultivo y el tipo de daño, además la aplicación le indicará la magnitud de daño futuro que puede tener, alertando lo que podría pasar en caso de no tomar acciones inmediatas; para reducir el daño, la aplicación

“MIPQUI” le ayudara a consultar por correo o llamada, con la capacidad de adjuntar un fichero con la información básica del lugar, cultivo, tipo de manejo, tipo de plaga, tipo de daño, si es localizado o extendido, y enviar fotos, lo cual será destinado a alguna institución.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente tesis está enfocado a nivel general para el altiplano norte, central y sur los que están ubicados en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, con una altitud de los 3000 a más de 3600 msnm. En el altiplano norte se produce quinua dulce, en el altiplano central y sur, quinua real orgánica y convencional. El sistema se elaboró en base a una secuencia de 4 fases: (fase 1, revisión y recolección de información, fase 2, elaboración del sistema de información, fase 3, diseño de la aplicación, fase 4, validación de la operatividad, manipulación y generación del paquete de instalación y descarga).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema de información

Etapas del cultivo

Las etapas fenológicas que presenta el cultivo de la quinua se agruparon como muestra la Tabla 1.

Tabla 1: Agrupación de las etapas para identificación rápida.



Tipos de daños

Los tipos de daños se ordenaron de acuerdo a la parte afectada y los daños

correspondientes al mismo, como muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Agrupación de los tipos de daño de acuerdo a la parte afectada.

PARTE AFECTADA	TIPOS DE DAÑOS
Hojas	Agujeros en hojas
	Masticadores de hojas
	Túneles en hojas
	Hojas arrugadas
	Hojas envueltas
Tallos	Cuello de la planta
	Túneles en tallos
Panojamiento	Túneles en panoja
Inflorescencia	Túnel en inflorescencia
	Destrucción de inflorescencia
Grano	Masticador de grano
	Moedor de grano
Planta en general	infestación

Plagas posibles

Las plagas ocasionan en algunos casos más de un tipo de daño durante su ciclo biológico y no exclusivamente en un área de la planta, en la mayoría de los casos en más de una parte.

Entre los tipos de daños ocasionados se tienen túneles en hojas, hojas envueltas, destrucción de inflorescencia, moedor de grano, ataque al cuello de la planta, masticadores de hojas, masticadores de hojas, túneles en tallos, túneles en panojas, túnel en inflorescencia, masticadores de grano, agujeros en hojas, destrucción de inflorescencia, hojas arrugadas e infestación y otros.

Información descriptiva y adicional

Para la información descriptiva se combinó varios puntos que son necesarios para comprender la plaga, su clasificación, habitat, comportamiento, ciclo y formas de controlarlo, el manejo integrado de plagas se realizó específicamente con los tratamientos más eficaces de acuerdo al tipo de plaga.

Los tratamientos que se describen comprenden: biopreparados, control mecánico, control biológico, control cultural, control etológico y tratamiento químico.

También se clasificó el tipo de daño por colores, de acuerdo a la categorización de plagas se sabe que existen tres tipos de plagas: potencial representado por el color amarillo, ocasional por el naranja y clave por el rojo.

Se identificó de manera aproximada las repeticiones de aplicación de biopreparados o fumigación química para un mejor efecto, así como cálculos que se ven reflejados en calculadoras que ayudaran a calibrar la mochila así como a dosificar biopreparados y fumigar con productos químicos dentro de lo que es el manejo integrado de plagas y sus dosis respectivas.

## Diseño de la aplicación

### - Esquema de categorización

En el esquema de categorización es la distribución detallada de las plagas que atacan el cultivo de la quinua de acuerdo a la etapa, tipo de daño y plagas posibles dentro de la misma secuencia.

### - Estructura de programación o flujograma

La estructura de programación el diseño de la secuencia de eventos que se desarrollaran dentro del sistema de programación de la aplicación, el cual ayuda a orientarse y entender de mejor manera la idea de desarrollo por lo general esta secuencia están basados en las siguientes funciones (condicionales (if/else), cambio de condicionales (switch-case) y excepciones y errores aleatorios (try/catch)).

### - Diseño de interfaz y navegación

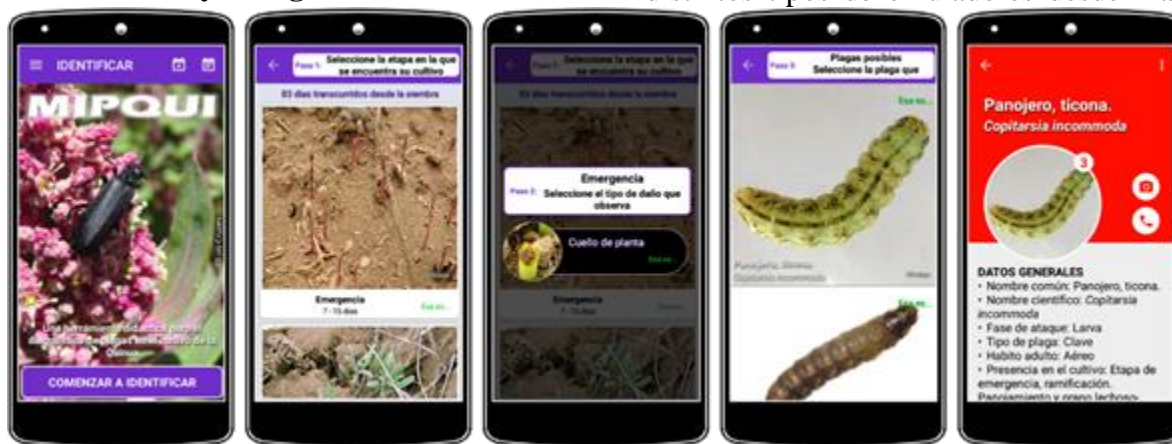


Figura 1: Prototipo terminado de la aplicación MIPQUI.

Los componentes principales que debe tener una aplicación dentro de sus sistema son (actividades, objetos, servicios, compartir datos entre aplicaciones, elemento visual en la pantalla

principal, comunicación entre componentes o aplicaciones), también se consideran para el diseño la atracción visual, mensajes de emergencia, mensajes de diálogo, permisos para realizar acciones, además de aspectos claros como son la navegación entre pantallas y sus respectivos accesos.

### - Prototipos

Se crearon 5 prototipos secuencialmente mejorando las aptitudes y capacidades de cada uno, los primeros solo portaban las funciones básicas dentro de los que era la versión de android y sus propiedades de diseño, en los demás prototipos se mejora el diseño visual llegando a aprovechar las opciones de menú, alertas, acceso a imágenes, identificación por colores de acuerdo al nivel de daño, el ultimo prototipo se tiene reflejado todo lo previsto como muestra la Figura 1.

### - Pruebas en emuladores y celulares

Dentro del sistema de la aplicación se estableció un rango de compatibilidad desde las versiones de android 4.4 al 7.1, no obstante con funcionamiento relativamente normal en versiones posteriores, las pruebas se recurrió al software Genymotion el cual permite descargar distintos tipos de emuladores desde marcas de

celulares a la selección de la versión de android que posee, posterior a la verificación en emuladores se pasó a la verificación en dispositivos reales.

## **Validación de la operatividad, manipulación y generación del paquete de instalación y descarga**

### **- Descripción y MIP para cada plaga**

El sistema de información fue plasmado en fichas descriptivas independientes para cada plaga, así como los métodos de control.

### **- Búsqueda de comunidades e instituciones**

En la búsqueda de comunidades para realizar la validación, se recurrió a contactos de los tutores y al MDRyT con las guías y manuales de la aplicación, se encontró asistencia y orientación de ambas partes, pero se obtuvo la dirección del CIQ (Centro Internacional de la Quinua) el cual trabaja con comunidades; al acudir a la institución se expuso la idea de la aplicación y la necesidad de apoyo de la misma, para realizar la validación en campo, la institución aceptó cordialmente la idea en base a un planteamiento y organización posterior.

### **- Solicitud de vinculación de la aplicación**

Como pedido para formalizar la capacitación y validación en campo se presentó una solicitud denominada, “SOLICITUD DE VINCULACIÓN DE LA APLICACIÓN “MIPQUI” A LA INSTITUCIÓN CENTRO INTERNACIONAL DE LA QUINUA (CIQ)”, en el cual se justificó los motivos por los que se realizó el trabajo y el apoyo que se requiere para la validación en campo, la cual estaba dirigida al Director general ejecutivo del CIQ con respuesta favorable.

### **- Asistencia virtual**

Los elementos usados para la asistencia virtual son: elementos del equipo celular (cámara y teléfono), elementos complementarios (generar pdf) y aplicaciones que permiten compartir archivos del mismo tipo.

### **- Organización y preparación del material**

La respuesta fue favorable dirigiendo la organización bajo tutela del responsable de capacitación y asistencia técnica, con el cual se

empezó a organizar el evento en la siguiente secuencia: (búsqueda de la comunidad con contactos de área, fijación de fecha en función al tiempo de los responsables del lugar, preparación del material y capacitación final).

El lugar de capacitación acordado fue el Municipio de Garci Mendoza, del Departamento de Oruro ubicado en las coordenadas (-19.636302, -67.675448), el cual fue producto de la organización y acuerdo entre autoridades del CIQ, autoridades municipales y autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales UTO; la fecha establecida del evento fue el 22 de agosto del 2018 en el salón de conferencias perteneciente a la UTO.

### **- Capacitación y validación**

La capacitación se realizó en marco al programa denominado “Aplicación diseñada para la identificación de plagas y el manejo integrado”, al comunicar a las autoridades en la comunidad hubo más participación por parte de los estudiantes de la promoción del lugar, la mayoría con conocimientos sobre el cultivo, esto debido a que el Municipio es la capital de la Quinua, también se contó con la asistencia de algunos productores e ingenieros expertos en otras áreas.

### **- Resultados de la validación**

El relevamiento de información se realizó en fecha 22 de agosto del 2018, en el municipio de Garci Mendoza departamento de Oruro, en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales (UTO), dirigida a 40 participantes, posterior a la capacitación e instalación de la aplicación en equipos telefónicos de tipo Android, con apoyo del Centro Internacional de la Quinua (CIQ), los resultados más principales fueron:

Los participantes entienden en su totalidad con un 100% para sirve la aplicación, del cual a un 97% les es útil, para un 84% los tratamientos descritos son fáciles de realizar, un 95% necesita ayuda virtual para enfrentar algún tipo de inconveniente, un 92% está dispuesto a

intercomunicarse mediante el envío de fotos para identificación posterior.

Los participantes también expresaron sus necesidades del 100% un 37% de necesidades no correspondieron a la temática del desarrollo de la aplicación, un 18.92% requiere la identificación por inteligencia artificial, un 10.81% capacitación mediante videos, un 5.41% la lectura automática de la descripción mediante un sistema de voz y un 2.70% la notificación mediante alarma.

### **Paquete apk**

El paquete de instalación para android, es un archivo ejecutable tipo APK, el paquete generado tiene un tamaño de 69.5 MB, el cual puede ser instalado en dispositivos celulares de tipo android y que correspondan a versiones de 4.0.3 al 7.0, una vez instalado la aplicación en un dispositivo real se lo puede compartir como cualquier otra aplicación e instalar pidiendo los permisos respectivos que solicita al momento de instalar. Para su uso adecuado y fácil se creó un manual el cual describe las pantallas que posee la aplicación y su forma de usarlas.

La aplicación de tipo APK se encuentra disponible en la página oficial del Centro Internacional de la Quinua (CIQ), <http://www.ciq.org.bo>, en el cual se encuentra su manual y la aplicación APK para descargar e instalarla.

### **CONCLUSIONES**

En el trabajo de tesis se diseñó un sistema de información para identificar plagas que atacan el cultivo de la quinua del altiplano (Aplicación “MIPQUI” para celulares android), la elaboración y la generación de un archivo ejecutable para aplicaciones celulares de tipo android, favorecen la implementación del uso de tecnologías en el sector agrícola, al ser un tema novedoso y esencial para la producción orgánica de la quinua, en el combate y la aplicación de métodos de manejo integrados de plagas oportunos.

Se diseñó una herramienta virtual compatible con la mayoría de los celulares abarcando 4 versiones de android posibilitando su uso extensivo entre los técnicos y productores, las fallas previstas corresponden a dos factores, el primero es el tamaño de la aplicación el cual es justificado ya que en su interior lleva imágenes, guía y video, los cuales no dependen de internet para funcionar, segundo el espacio requerido en los dispositivos varía de acuerdo a los usuarios.

La aplicación MIPQUI proporciona información a los productores para realizar un manejo integrado de plagas en los cultivos de quinua, es una aplicación que no solo ayuda a identificar la plaga en 3 pasos, sino que también proporciona información sobre cómo controlarla con varios métodos, también un calendario en el cual se registran los eventos de manejo integrado de plagas con fechas establecidas a partir de la fecha de siembra, también se desarrolló una calculadora para facilitar de manera adecuada la formulación de biopreparados o la dosificación de fumigantes químicos para evitar la resistencia de plagas.

Se creó un espacio de consulta en la aplicación a la que podrá recurrir el productor, sobre el manejo integrado de plagas, la idea sobre la asistencia virtual se trabajara e implementará como parte de un proyecto posterior, debido a la complejidad de datos, el financiamiento que se requiere, los equipos requeridos, la interacción de entidades y sistemas de monitoreo, MIPQUI resulta un medio potencial para la recepción de información así como la divulgación masiva de la misma.

Se realizó la validación del sistema de información, con la instalación de la aplicación en equipos telefónicos de agricultores, estudiantes y profesionales para el manejo respectivo, se identificó la aceptación de la misma positivamente y el apoyo de profesionales para lanzar una versión más mejorada y más completa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adobe. (31/08/2018). Photoshop. Recuperado de:  
<https://www.adobe.com/products/photoshop.html>
- Android Studio. (2015). Android Studio. Google. 1.3. Windows.
- Android Studio. (30/08/2018). Developers. Recuperado de:  
<https://developer.android.com/studio/>
- Android Studio. (31 de 08 de 2018). Developers. Obtenido de  
<https://developer.android.com/topic/libraries/support-library/packages>
- Castillo, C., Bosque, H., & Bonifacio, A. (2013). Manual Técnico Producción de Quinua en el Altiplano. La Paz, Bolivia. 82p.
- Chipana, G. J. (2014). Los medios de vida sostenibles en la socioeconomía de las familias productoras de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en las comunidades de Villa Patarani y Markahilata. Tesis de postgrado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Code2flow. (15/06/2018). Code2flow. Obtenido de <https://code2flow.com/app>
- GitHub. (3/08/2018). GitHub. Obtenido de <https://github.com/iChengc/EventCalendar>
- González, P. A.; Rendón, R.; Sargerman, D.; Cruz, J. G. y Díaz, J. (2015). Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca. SciELO, 7p.
- Miranda, R. R. (2017). Evaluación de la acción bioinsecticida del compuesto biorgánico bio-a para el biocontrol de larvas de lepidópteros nocturnos que atacan el cultivo de quinua (*Chenopium quinoa*

*Willd*) Variedad real Phisankalla en el Altiplano Central de Oruro, Bolivia. Jornada científica y tecnológica de la producción sostenible de quinua y especies afines. Centro Internacional de la Quinua, 65-74p.