

**ErgoCultiva - Prototipo de Aplicación Móvil para la Prevención de Riesgos Laborales  
asociados a la Ergonomía en el Sector Agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de  
Mutiscua**

Julián Mauricio Castro Bustos

Maryuri Dayana Suarez Gamboa

Asesor

Carlos Alberto Vera Romero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Programa de Ingeniería Industrial y Sistemas

2024

## **Dedicatoria**

A nuestros amados padres y familiares, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la inspiración más grande detrás de cada paso en nuestro camino.

A nuestros amigos, que con su compañerismo y alegría nos han dado fuerzas en los momentos más difíciles.

A nuestro director, profesores y mentores, les agradecemos profundamente por compartir sus conocimientos, sabiduría y experiencia, guiándonos con firmeza hacia el logro de nuestros objetivos.

A nuestra alma mater, reconocemos su papel fundamental al proporcionarnos las herramientas y oportunidades necesarias para crecer y aprender.

Gracias a todos ustedes por ser nuestros pilares y guías en esta travesía hacia la realización de nuestros sueños. Este logro es también suyo, y llevamos con nosotros su apoyo y aliento.

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestro director, Carlos Alberto Vera Romero. Su liderazgo, orientación y apoyo han sido fundamentales en cada paso de nuestro camino hacia la culminación de este proyecto.

A nuestros estimados profesores, por su dedicación incansable. Su pasión por enseñar, conocimientos y valiosos consejos no solo han enriquecido nuestra formación académica, sino que también han sido la chispa que encendió nuestra creatividad y nos inspiró a alcanzar nuevos horizontes.

A nuestras queridas familias y amigos, y en especial a nuestros padres, les agradecemos de corazón por su inquebrantable apoyo y por ser nuestro pilar en los momentos más desafiantes. Su fe incondicional en nosotros nos ha dado fuerzas para perseverar y nos ha recordado que no estamos solos.

A los agricultores de la Vereda Sucre y ASOSUCRE. Su colaboración generosa y disposición para compartir información invaluable han sido un testimonio de solidaridad y trabajo en equipo.

Cada uno de ustedes ha desempeñado un papel crucial en nuestra trayectoria hacia la realización de este proyecto. Su contribución ha dejado una huella indeleble en nuestros corazones, y por eso, les agradecemos sinceramente.

## Resumen

La agricultura es esencial para la humanidad, pero conlleva riesgos laborales significativos. En Colombia, el sector agrícola enfrenta una alta incidencia de accidentes y enfermedades profesionales, con al menos 50,000 casos reportados en 2021. En la Vereda Sucre, Municipio de Mutiscua, la agricultura es una actividad central, con más de 500 hectáreas cultivadas, principalmente con hortalizas. Por ello, este estudio aborda estos riesgos mediante el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil para prevenir riesgos ergonómicos durante la cosecha y postcosecha de hortalizas. Utilizando un enfoque cuantitativo en cinco fases, se identificaron riesgos mediante observación directa, la Guía Técnica Colombiana - GTC 45 y encuestas, y se diseñó la aplicación con herramientas ágiles. En el desarrollo, se emplearon FlutterFlow y Firebase para crear un prototipo funcional, y se realizaron pruebas de funcionamiento. La fase culminante incluyó la generación del archivo de instalación, el diseño del manual de usuario y un plan de mantenimiento. Se priorizó la implementación de medidas de control para los riesgos identificados como No Aceptables mediante el prototipo. Este se entregó a los agricultores de la Vereda Sucre con un manual de usuario. El estudio resalta la importancia de mejorar las condiciones laborales agrícolas y confirma la eficacia de la aplicación para abordar los riesgos identificados. En conclusión, ofrece una solución innovadora para promover la seguridad y el bienestar de los agricultores mediante tecnología.

**Palabras clave:** Agricultura, riesgos laborales, ergonomía, tecnología, aplicación móvil

## Abstract

Agriculture is essential for humanity, but it carries significant occupational risks. In Colombia, the agricultural sector faces a high incidence of accidents and occupational diseases, with at least 50,000 cases reported in 2021. In Vereda Sucre, Municipality of Mutiscua, agriculture is a central activity, with over 500 hectares cultivated, mainly with vegetables. Therefore, this study addresses these risks by developing a prototype mobile application to prevent ergonomic risks during the harvesting and post-harvesting of vegetables. Using a quantitative approach in five phases, risks were identified through direct observation, the Colombian Technical Guide - GTC 45, and surveys, and the application was designed using agile tools. In development, FlutterFlow and Firebase were used to create a functional prototype, and performance tests were conducted. The culmination phase included generating the installation file, designing the user manual, and a maintenance plan. Implementation of control measures was prioritized for risks identified as Unacceptable through the prototype. This was delivered to farmers in Vereda Sucre with a user manual. The study highlights the importance of improving agricultural working conditions and confirms the effectiveness of the application in addressing identified risks. In conclusion, it offers an innovative solution to promote safety and well-being among farmers through technology.

**Keywords:** Agriculture, occupational hazards, ergonomics, technology, mobile application

## Tabla de Contenido

Introducción .....	15
Objetivos.....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos .....	17
Problema de Investigación .....	18
Planteamiento del Problema .....	18
Justificación .....	20
Alcance y limitaciones .....	22
Marco referencial .....	24
Estado de arte .....	24
Marco conceptual.....	31
Marco teórico .....	35
Marco Legal .....	57
Marco Metodológico.....	61
Desarrollo y resultados .....	75
Conclusiones.....	156
Recomendaciones .....	158
Referencias.....	160

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b>	<i>Riesgo biológico.....</i>	36
<b>Tabla 2.</b>	<i>Riesgo físico.....</i>	37
<b>Tabla 3.</b>	<i>Riesgo químico.....</i>	37
<b>Tabla 4.</b>	<i>Riesgo psicosocial.....</i>	38
<b>Tabla 5.</b>	<i>Riesgo biomecánico .....</i>	38
<b>Tabla 6.</b>	<i>Riesgo de condiciones de seguridad.....</i>	39
<b>Tabla 7.</b>	<i>Riesgo de fenómenos naturales.....</i>	39
<b>Tabla 8.</b>	<i>Matriz IPER-45.....</i>	42
<b>Tabla 9.</b>	<i>Métodos para la identificación y evaluación de riesgos asociados a la ergonomía</i>	52
<b>Tabla 10.</b>	<i>Marco legal internacional .....</i>	57
<b>Tabla 11.</b>	<i>Marco legal colombiano .....</i>	58
<b>Tabla 12.</b>	<i>Pasos para geolocalizar la Vereda.....</i>	62
<b>Tabla 13.</b>	<i>Pasos para geolocalizar predios encuestados y/o en seguimiento.....</i>	63
<b>Tabla 14.</b>	<i>Identificación de módulos del proyecto .....</i>	69
<b>Tabla 15.</b>	<i>Localización de predios visitados.....</i>	83
<b>Tabla 16.</b>	<i>Registro de tiempo .....</i>	84
<b>Tabla 17.</b>	<i>Inventario de peligros asociados a la cosecha de hortalizas .....</i>	98
<b>Tabla 18.</b>	<i>Inventario de peligros asociados a la postcosecha de hortalizas .....</i>	98

<b>Tabla 19.</b>	<i>Priorización de riesgos asociados a la cosecha de hortalizas</i> .....	99
<b>Tabla 20.</b>	<i>Priorización de riesgos asociados a la postcosecha de hortalizas</i> .....	99
<b>Tabla 21.</b>	<i>Funcionalidades de herramientas y/o recursos</i> .....	103
<b>Tabla 22.</b>	<i>Requisitos funcionales</i> .....	104
<b>Tabla 23.</b>	<i>Requisitos no funcionales</i> .....	106
<b>Tabla 24.</b>	<i>Caso de uso inicio de sesión usuarios</i> .....	108
<b>Tabla 25.</b>	<i>Caso de uso registro de usuarios</i> .....	109
<b>Tabla 26.</b>	<i>Caso de uso editar perfil de usuario</i> .....	110
<b>Tabla 27.</b>	<i>Caso de uso responder cuestionario</i> .....	111
<b>Tabla 28.</b>	<i>Caso de uso consulta de cuestionarios de identificación de riesgos</i> .....	112
<b>Tabla 29.</b>	<i>Caso de uso calculadora ergonómica</i> .....	113
<b>Tabla 30.</b>	<i>Caso de uso consulta y registro de recursos adicionales</i> .....	114
<b>Tabla 31.</b>	<i>Login</i> .....	136
<b>Tabla 32.</b>	<i>Registro de usuarios</i> .....	137
<b>Tabla 33.</b>	<i>Perfil de usuario</i> .....	137
<b>Tabla 34.</b>	<i>Dashboard</i> .....	137
<b>Tabla 35.</b>	<i>Cuestionario de identificación</i> .....	138
<b>Tabla 36.</b>	<i>Historial de cuestionarios de identificación</i> .....	138
<b>Tabla 37.</b>	<i>Calculadora ergonómica</i> .....	139

<b>Tabla 38.</b>	<i>Registro de recursos adicionales</i> .....	139
<b>Tabla 39.</b>	<i>Consulta de recursos adicionales</i> .....	140
<b>Tabla 40.</b>	<i>Terminar sesión de usuario</i> .....	140
<b>Tabla 41.</b>	<i>Prueba de aceptación</i> .....	148
<b>Tabla 42.</b>	<i>Matriz DOFA aplicación móvil como herramienta de prevención</i> .....	150

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b>	<i>Evaluación de riesgo.....</i>	<i>41</i>
<b>Figura 2.</b>	<i>Localización de Vereda Sucre .....</i>	<i>75</i>
<b>Figura 3.</b>	<i>Geolocalización de predios encuestados.....</i>	<i>76</i>
<b>Figura 4.</b>	<i>Tipo de actividad predominante .....</i>	<i>77</i>
<b>Figura 5.</b>	<i>Producto agrícola cultivado .....</i>	<i>77</i>
<b>Figura 6.</b>	<i>Cosecha y postcosecha actividades realizadas de manera continua .....</i>	<i>79</i>
<b>Figura 7.</b>	<i>Tareas de cosecha y postcosecha varían según la hortaliza.....</i>	<i>79</i>
<b>Figura 8.</b>	<i>Tareas realizadas en cosecha.....</i>	<i>79</i>
<b>Figura 9.</b>	<i>Tareas realizadas en postcosecha .....</i>	<i>80</i>
<b>Figura 10.</b>	<i>Hortalizas en cosecha.....</i>	<i>81</i>
<b>Figura 11.</b>	<i>Geolocalización de predios visitados .....</i>	<i>82</i>
<b>Figura 12.</b>	<i>Proceso de cosecha de hortalizas.....</i>	<i>85</i>
<b>Figura 13.</b>	<i>Proceso postcosecha de hortalizas.....</i>	<i>86</i>
<b>Figura 14.</b>	<i>Manipulación manual de cargas (MMC) .....</i>	<i>87</i>
<b>Figura 15.</b>	<i>Comparativa de manipulación manual de cargas.....</i>	<i>89</i>
<b>Figura 16.</b>	<i>Trabajo repetitivo .....</i>	<i>90</i>
<b>Figura 17.</b>	<i>Comparativa de trabajo repetitivo.....</i>	<i>91</i>
<b>Figura 18.</b>	<i>Posturas incómodas.....</i>	<i>92</i>

<b>Figura 19.</b>	<i>Comparativa de posturas incómodas.....</i>	93
<b>Figura 20.</b>	<i>Factores ambientales (Ruido y vibración).....</i>	94
<b>Figura 21.</b>	<i>Factores ambientales .....</i>	95
<b>Figura 22.</b>	<i>Análisis integral de los riesgos (Cosecha).....</i>	96
<b>Figura 23.</b>	<i>Análisis integral de los riesgos (Postcosecha) .....</i>	97
<b>Figura 24.</b>	<i>Diagrama causa – efecto .....</i>	100
<b>Figura 25.</b>	<i>Diagrama caso de uso inicio de sesión.....</i>	107
<b>Figura 26.</b>	<i>Diagrama caso de uso registro de usuario.....</i>	108
<b>Figura 27.</b>	<i>Diagrama caso de uso editar perfil .....</i>	109
<b>Figura 28.</b>	<i>Diagrama caso de uso responder cuestionario de identificación de riesgos .....</i>	110
<b>Figura 29.</b>	<i>Diagrama caso de uso consultar cuestionario de identificación de riesgos .....</i>	111
<b>Figura 30.</b>	<i>Diagrama caso de uso calculadora de riesgos.....</i>	112
<b>Figura 31.</b>	<i>Diagrama caso de uso consulta y registro de recursos adicionales .....</i>	113
<b>Figura 32.</b>	<i>Representación del cuestionario diseñado .....</i>	115
<b>Figura 33.</b>	<i>Representación de la calculadora diseñada .....</i>	116
<b>Figura 34.</b>	<i>Estructura prototipo de aplicación.....</i>	117
<b>Figura 35.</b>	<i>Fragmento de código Login.....</i>	118
<b>Figura 36.</b>	<i>Fragmento de código registro de usuario: .....</i>	119
<b>Figura 37.</b>	<i>Fragmento de código dashboard aplicación .....</i>	120

<b>Figura 38.</b>	<i>Fragmento de código – Perfil de usuario .....</i>	<i>121</i>
<b>Figura 39.</b>	<i>Fragmento de código formulario cuestionario de identificación .....</i>	<i>122</i>
<b>Figura 40.</b>	<i>Fragmento de código preguntas cuestionario – Imprimir preguntas.....</i>	<i>123</i>
<b>Figura 41.</b>	<i>Fragmento de código preguntas cuestionario – Contar preguntas respondidas. 123</i>	
<b>Figura 42.</b>	<i>Fragmento de código preguntas cuestionario – asignación recomendaciones..</i>	<i>124</i>
<b>Figura 43.</b>	<i>Fragmento código para navegar en las diferentes recomendaciones.....</i>	<i>125</i>
<b>Figura 44.</b>	<i>Fragmento de código listar historial de preguntas respondidas por el usuario</i>	<i>126</i>
<b>Figura 45.</b>	<i>Fragmento de código calculadora ergonómica.....</i>	<i>127</i>
<b>Figura 46.</b>	<i>Fragmento de código resultados calculadora .....</i>	<i>128</i>
<b>Figura 47.</b>	<i>Fragmento de código – pantalla material adicional .....</i>	<i>129</i>
<b>Figura 48.</b>	<i>Fragmento de código – pantalla recursos disponibles.....</i>	<i>130</i>
<b>Figura 49.</b>	<i>Fragmento de código acceso a material.....</i>	<i>131</i>
<b>Figura 50.</b>	<i>Colección – User.....</i>	<i>132</i>
<b>Figura 51.</b>	<i>Colección Quiz.....</i>	<i>132</i>
<b>Figura 52.</b>	<i>Colección cuestionario .....</i>	<i>133</i>
<b>Figura 53.</b>	<i>Colección respuestas .....</i>	<i>133</i>
<b>Figura 54.</b>	<i>Colección opciones de respuesta.....</i>	<i>134</i>
<b>Figura 55.</b>	<i>Colección Recursos.....</i>	<i>134</i>
<b>Figura 56.</b>	<i>Colección grupo.....</i>	<i>135</i>

<b>Figura 57.</b>	<i>Pregunta 1 – Facilidad de registro de usuario e inicio de sesión .....</i>	<i>141</i>
<b>Figura 58.</b>	<i>Pregunta 2 – Claridad en la Navegación (Pantalla de Inicio y Registro) .....</i>	<i>141</i>
<b>Figura 59.</b>	<i>Pregunta 3 - Es fácil acceder al cuestionario de identificación desde la pantalla de inicio</i>	<i>142</i>
<b>Figura 60.</b>	<i>Pregunta 4 - La aplicación facilita una navegación fluida y sin contratiempos mientras respondes al cuestionario de identificación .....</i>	<i>142</i>
<b>Figura 61.</b>	<i>Pregunta 5 - Se presenta de manera accesible y comprensible la información relativa a las recomendaciones al concluir el cuestionario .....</i>	<i>143</i>
<b>Figura 62.</b>	<i>Pregunta 6 - Es fácil acceder la funcionalidad calculadora ergonómica desde la pantalla de inicio .....</i>	<i>144</i>
<b>Figura 63.</b>	<i>Pregunta 7 - El formulario de la calculadora ergonómica se completa fácilmente y proporciona información de apoyo para garantizar la correcta introducción de los datos en la aplicación.</i>	<i>144</i>
<b>Figura 64.</b>	<i>Pregunta 8 – La información sobre las dimensiones de la herramienta manual y las recomendaciones se presenta de manera accesible y comprensible.....</i>	<i>145</i>
<b>Figura 65.</b>	<i>Pregunta 9 – Es fácil acceder la funcionalidad recursos adicionales desde la pantalla de inicio .....</i>	<i>146</i>
<b>Figura 66.</b>	<i>Pregunta 10 – El módulo presenta la información de recursos prácticos de forma estructurada y accesible para que el usuario la consulte.....</i>	<i>146</i>
<b>Figura 67.</b>	<i>Pregunta 11 - Compatibilidad con Dispositivos Móviles.....</i>	<i>147</i>
<b>Figura 68.</b>	<i>Pregunta 12 – Velocidad de la aplicación.....</i>	<i>148</i>

<b>Figura 69.</b>	<i>Representación de manual de usuario.....</i>	<i>154</i>
<b>Figura 70.</b>	<i>Buyer persona del aplicativo .....</i>	<i>153</i>

## Introducción

El sector agrícola en la Vereda Sucre, ubicada en Mutiscua, Norte de Santander, Colombia, desempeña un papel fundamental tanto en el ámbito económico como social de la región. No obstante, se enfrenta a desafíos significativos relacionados con la seguridad y el bienestar de los trabajadores agrícolas. Históricamente, este sector ha sufrido altos niveles de informalidad laboral y una falta de atención adecuada a las condiciones de trabajo. Datos de la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda) revelan una alarmante incidencia de accidentes (59,310) y enfermedades ocupacionales (70), con un total de 35 muertes, destacando los riesgos ergonómicos como uno de los principales desafíos. Estos riesgos, derivados de prácticas laborales inseguras, impactan negativamente en la salud de los trabajadores.

Ante esta problemática, es imperativo desarrollar estrategias efectivas para prevenir y mitigar los riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola de la Vereda Sucre. La implementación de medidas preventivas se espera que mejore las condiciones de trabajo de los agricultores y promueva una cultura de seguridad laboral en la comunidad. En este contexto, se plantea la presente investigación con el objetivo principal de diseñar un prototipo de aplicación móvil destinado a la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola de la Vereda Sucre en Mutiscua.

Para alcanzar este objetivo, se adopta un enfoque pragmático centrado en la aplicación de conocimientos para abordar problemas reales en el campo laboral agrícola. Se emplea un enfoque cuantitativo para la recolección y análisis de datos, haciendo uso de técnicas de observación y encuestas. En primer lugar, se destaca la aplicación de una lista de comprobación ergonómica diseñada específicamente para identificar factores de riesgo en la cosecha y

postcosecha de hortalizas. Además, se adapta la metodología GTC-45 para evaluar estos riesgos. En segundo lugar, las encuestas se utilizan para identificar aspectos generales de las actividades evaluadas antes de la observación y en las fases finales, permitiendo medir la efectividad del prototipo desarrollado.

La estructura del trabajo se organiza en varias sesiones, como los objetivos, el planteamiento del problema, la justificación, el alcance y las limitaciones, el marco referencial (compuesto por el estado del arte, marco conceptual, marco teórico y marco legal), el marco metodológico (se describen las 5 fases del proyecto de investigación, que incluyen el análisis, el diseño, el desarrollo, las pruebas de funcionamiento y la entrega y mantenimiento de la aplicación), el desarrollo y los resultados obtenidos, las conclusiones, las recomendaciones y las referencias bibliográficas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un prototipo de aplicación móvil para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de Mutiscua.

### **Objetivos específicos**

Identificar los principales riesgos laborales asociados a la ergonomía en el cultivo, a partir de la aplicación de un seguimiento a los agricultores involucrados en la cosecha y postcosecha de hortalizas en el sector agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de Mutiscua

Establecer los requerimientos funcionales y tecnológicos necesarios para el desarrollo del prototipo de aplicación móvil

Desarrollar un prototipo de aplicación móvil para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de Mutiscua

Aplicar las pruebas piloto con usuarios finales para dar cumplimiento a los requisitos establecidos e identificar posibles mejoras y ajustes.

Elaborar el instructivo de usuario para el correcto uso del aplicativo por parte de los agricultores

## **Problema de Investigación**

### **Planteamiento del Problema**

La Vereda Sucre, ubicada en Mutiscua, Norte de Santander, Colombia, es un pilar fundamental en la economía local gracias a su activa producción agrícola que se extiende por más de 500 hectáreas. Destacan en su producción las hortalizas, seguidas de las frutas, evidenciando así su valiosa aportación a la economía (Carvajal et al., 2020).

No obstante, esta aportación se ve amenazada por los considerables riesgos laborales que enfrentan los trabajadores. Las cifras proporcionadas por la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda) revelan la seriedad de la situación. Entre los trabajadores agrícolas afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales, se registraron 59,310 accidentes, 70 enfermedades ocupacionales y 35 muertes. Estas cifras podrían ser aún mayores debido a la alta tasa de informalidad en el sector (Organización Internacional del Trabajo, 2022).

Estos incidentes están directamente relacionados con una exposición multifacética a riesgos en este entorno. Desde el uso de maquinaria inadecuada hasta la exposición a condiciones climáticas extremas (Organización Internacional del Trabajo, 2022). En particular, los riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos, que se intensifican por la falta de implementación de un sistema de Gestión de SST. Los riesgos ergonómicos son especialmente preocupantes debido a su alta prevalencia (Quirós & Brenes, 2021), e incluyen movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación manual de cargas (Díaz, 2023).

Además, la diversidad demográfica en este sector, con trabajadores de todas las edades, incluyendo jóvenes con tasas de lesiones más altas (Organización Internacional del Trabajo, 2018), aumenta la complejidad de los riesgos laborales. Las largas y variables jornadas laborales, que a menudo superan las 40 horas semanales y abarcan una variedad de actividades como la

siembra, la recolección y el transporte, presentan desafíos específicos. Estas prácticas laborales constantes, que requieren el uso frecuente de miembros superiores e inferiores, amplifican el impacto de los riesgos en la salud de los trabajadores (Díaz, 2023).

Sin embargo, en la Vereda Sucre, la falta de datos específicos dificulta la identificación precisa de estos riesgos, lo que a su vez complica la instauración de medidas preventivas adecuadas. En general, la prevención de riesgos, aunque es fundamental, se ve limitada por la falta de protección legal efectiva y la insuficiencia de inspecciones. La organización sindical se ve obstaculizada por restricciones legales y la naturaleza estacional y migrante de la fuerza laboral (Organización Internacional del Trabajo, 2011).

En este contexto, la prevención se ha convertido en un desafío creciente, con la frecuencia y complejidad de los accidentes laborales y las enfermedades profesionales en aumento. Superar estos desafíos implica ir más allá del seguimiento rutinario de los protocolos de prevención y centrarse en proporcionar información y herramientas efectivas.

Ante este panorama, es esencial encontrar una solución a este desafío. La propuesta de desarrollar una aplicación móvil emerge como una solución viable para prevenir y reducir los riesgos laborales, en particular aquellos relacionados con la ergonomía. Esta iniciativa se estima no solo podría mejorar la seguridad y el bienestar de los agricultores en la Vereda Sucre, sino que igualmente contribuiría a la comprensión de la naturaleza y magnitud de los riesgos en esta comunidad agrícola, aprovechando las tecnologías de la información y comunicación (TIC) como herramientas clave para el desarrollo de prácticas seguras y saludables (Cano, 2019).

### **Formulación del problema:**

¿Cómo se puede diseñar un prototipo de aplicación móvil para abordar y prevenir riesgos asociados a la ergonomía en el sector agrícola de la Vereda Sucre en Mutiscua, Colombia?

## Justificación

El sector agrícola en Colombia enfrenta una preocupante tasa de accidentes laborales, con más de 50,000 casos reportados, según la Organización Internacional del Trabajo (2022). Esta problemática se agrava por la presencia de enfermedades y muertes directamente relacionadas con los riesgos a los que están expuestos los agricultores, siendo los riesgos ergonómicos los más destacados en términos de impacto, según investigaciones recientes como la de Quirós & Brenes (2021). Esta situación se estima prevalente en la Vereda de Sucre.

La informalidad laboral intensifica aún más estos desafíos, elevando la urgencia de abordar las preocupaciones sobre seguridad laboral en este contexto específico. Por ello, se propone la ergonomía como una disciplina científica integral que se enfoca en el rediseño de tareas y ambientes de trabajo para prevenir y reducir estos incidentes. Apoyándose en la biomecánica, fisiología, antropología y antropometría (Caviedes et al., 2020), se busca no solo abordar los riesgos laborales, sino también adaptar el entorno a las necesidades de los trabajadores.

En respuesta a esta necesidad apremiante se plantea el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que brinde información ergonómica a los agricultores de la Vereda, tanto formales como informales, considerando la mayor presencia de este último grupo. Esta aplicación, resultado de una investigación cuantitativa realizada desde el campo de la ingeniería industrial, identifica los posibles riesgos derivados de una ergonomía incorrecta y especifica las condiciones ideales de trabajo en la cosecha y postcosecha de hortalizas.

La relevancia de este proyecto radica en varios aspectos. En primer lugar, se constata la existencia de riesgos laborales agrícolas asociados a la ergonomía en la zona, lo que representa

En esta área específica, se contribuye a la promoción de la salud, el bienestar y la productividad de los trabajadores en un entorno donde se necesita con urgencia una mayor atención a la seguridad laboral.

Por tanto, la ergonomía se posiciona como una herramienta esencial para la gestión de riesgos laborales en cualquier lugar de trabajo. Este enfoque aporta beneficios a la comunidad agrícola de la Vereda Sucre; además, se presenta como un modelo ejemplar para enfrentar desafíos similares en diversas regiones de Colombia y en distintos contextos laborales.

Respaldada por la tecnología móvil, se convierte en una herramienta poderosa, contribuyendo al enriquecimiento del conocimiento académico y disciplinario en este campo crucial.

## **Alcance y limitaciones**

### **Alcance:**

El alcance del estudio se enfoca en el desarrollo de un prototipo para la prevención de riesgos asociados a la ergonomía en el sector agrícola de la Vereda Sucre considerando como fundamento los factores de riesgo identificados en la cosecha y postcosecha de hortalizas, otras áreas y/o actividades se excluyen deliberadamente.

### **Limitaciones:**

Las limitaciones generales son múltiples. Entre ellas, la escasez de artículos científicos específicos sobre aplicaciones móviles para la prevención de riesgos ergonómicos en el sector agrícola. En su mayoría, se han encontrado antecedentes a nivel nacional e internacional que abordan la prevención de manera general. Esta carencia podría afectar la profundidad del análisis sobre la temática específica que aborda el proyecto.

Asimismo, una limitación temporal impuesta por la duración de las actividades de cosecha y postcosecha en cada predio. Dicho de otra manera, el tiempo disponible para la recopilación de datos se ve restringido por la naturaleza misma de las actividades agrícolas, las cuales no siguen un calendario laboral convencional. Limitación que podría influir en la cantidad y calidad de la información recopilada.

Es fundamental mencionar que el estudio se limita a una muestra de 20 predios, los cuales representan una población de 55 trabajadores. Aunque esta muestra es significativa y proporciona descubrimientos valiosos, existe la posibilidad de que una evaluación incorrecta de un caso pueda distorsionar los resultados generales y alejarlos de la realidad del sector agrícola en su conjunto.

Estas limitaciones deben ser tenidas en cuenta al interpretar los hallazgos del estudio y al extrapolarlos a un contexto más amplio.

## Marco referencial

### Estado de arte

A lo largo de la historia, la seguridad laboral ha sido una preocupación constante, con impactos significativos en la salud y la vida de los trabajadores. En el pasado, la producción solía prevalecer, pero en la era actual, ha surgido una creciente conciencia sobre la importancia crítica de la salud ocupacional y la seguridad en el trabajo. Este cambio de enfoque se manifiesta de manera particular en el sector agrícola, una de las áreas más propensas a riesgos laborales, especialmente aquellos relacionados con la ergonomía según Salazar & Bambula (2021). En este contexto, surge una oportunidad única para abordar los riesgos laborales a través de la innovación tecnológica, siendo este el punto central del presente documento.

La revisión de la literatura se enfoca en analizar variables específicas vinculadas a los riesgos asociados con la ergonomía en el sector agrícola, prestando especial atención a la prevención de estos riesgos. Se indagan las diferencias entre la investigación actual y las ya existentes. A nivel internacional, se evidencian varios estudios que demuestran la eficacia de los planes de prevención, entre ellos el de Velásquez et al., (2020), quienes identificaron riesgos ergonómicos en el cultivo de Pitahaya a través de la implementación de herramientas como observación directa, análisis documental, análisis descriptivo, listas de chequeo y métodos de evaluación. Concluyeron con la propuesta de un plan de prevención integral para abordar riesgos como la fatiga visual, movimientos repetitivos, desplazamiento en el trabajo, exposición a temperaturas extremas, iluminación, postura forzada y movimientos musculoesqueléticos continuos (Velásquez et al., 2020), enfocándose en medidas como desplazamiento por bloques

de trabajo, mantenimiento de herramientas, charlas sobre posturas, pausas de descanso y reducción del peso de la carga.

De manera similar, Mite (2022), a través de encuestas y métodos de evaluación (OWAS), se enfocó en dichos riesgos, concentrándose en la postura y sobrecarga de trabajo en trabajadores de viveros, sobresaliendo en su propuesta un plan que incluye pausas activas, la adecuada disposición de herramientas, evaluaciones médicas y promoción de cultura laboral centrada en seguridad. En otro estudio, Carrasco (2022) evaluó la eficiencia de medidas preventivas en cosecha y empacado de banano orgánico llegando a la conclusión de “un plan ergonómico con 4 etapas: capacitación, procedimientos, pausas activas y material de sensibilización” (Carrasco, 2022) con el que logró una eficiencia del 74.74% para abordar los riesgos identificados (elevados pesos, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos, resultado obtenido de la aplicación del método OCRA y OWAS).

Recapitulando, estos estudios convergen al proponer planes integrales de prevención, resaltando la importancia de medidas específicas adaptadas a cada contexto laboral. En ese sentido, se pueden asociar dichos documentos con el presente estudio, ya que en ambos casos se enfocan en un campo agrícola, se realiza un análisis ergonómico inicial en función de los posibles riesgos existentes y luego se ofrece una propuesta de mejora. Sin embargo, es notable cómo las investigaciones difieren debido a que los distintos tipos de cultivos o contextos específicos tienen características únicas; por lo tanto, los riesgos no son los mismos en todos los casos, lo que implica una aplicación diferente de la ergonomía. Adicionalmente, en términos metodológicos, hay ciertas diferencias, ya que en el presente solo se abordan la observación directa, lista de chequeo y la GTC-45 como herramientas de identificación de riesgos (aunque el fin es el mismo).

Es esencial resaltar el estudio realizado por Angulo (2020), titulado “Riesgos Ergonómicos en Trabajadores de Invernaderos: Evaluación en la Asociación Agropecuaria Valle Hermoso, Cantón Salcedo, Cotopaxi (abril-septiembre 2020)”. Este estudio, que contó con la participación de 50 trabajadores, utilizó encuestas y el método REBA para el análisis postural. Evidenció la urgente necesidad de diseñar e implementar una guía educativa dada las cifras significativas identificadas, como el predominio de mujeres trabajadoras (70%), posturas comunes como estar de pie (64%) y en cuclillas (60%), y un alto porcentaje de trabajadores (92%) que manejan cargas superiores a 15 kg, lo que se asocia a dolores musculares y de espalda.

En este caso, el presente documento se relaciona con el estudio de Angulo (2020) en la medida en que ambos coinciden en la importancia de las estrategias educativas y de prevención para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores agrícolas. Sin embargo, los enfoques son diferentes. En este documento, se propone una herramienta tecnológica que ofrece guías informativas con análisis más específicos para cada tipo de riesgo identificado, asegurando un enfoque ergonómico más amplio. De esta manera, se pueden abordar los riesgos de manera más precisa y personalizada, lo que puede conducir a una mejora más significativa.

En Ecuador, Dalgo et al., (2021) realizaron el estudio “Evaluación de riesgos ergonómicos en productores de cacao”. Su objetivo fue identificar la situación de los agricultores que están expuestos a lesiones musculoesqueléticas durante la cosecha y el transporte de la mazorca de cacao en la Asociación Agroartesanal Wiñak. El estudio reveló un desconocimiento generalizado sobre las posturas adecuadas, el manejo correcto y el cuidado de la salud laboral. Se concluyó que es necesario profundizar en el conocimiento de las lesiones y enfermedades

derivadas de las prácticas agrícolas tradicionales. Como medidas preventivas clave, se propuso la implementación de programas de formación y mejoras en las herramientas ergonómicas.

Por otro lado, Quirós & Brenes (2021) llevaron a cabo un estudio sobre los factores ergonómicos de riesgo para los trabajadores agrícolas en la zona norte de Cartago, Costa Rica. Este estudio también resaltó la implementación de herramientas ergonómicas, la adaptación del tamaño de los sacos y canastos, y la asignación de tiempos específicos para la recuperación y la exposición laboral como método de prevención de estos riesgos. La investigación se centró en analizar los riesgos laborales durante las etapas de siembra y postcosecha de zanahorias, papas y lechugas. Utilizaron métodos como encuestas, entrevistas y observaciones detalladas, seguidos de análisis biomecánicos y mediciones de consumo de oxígeno, para evaluar el esfuerzo físico necesario en estas tareas. Los resultados enfatizan la prevalencia de molestias físicas, especialmente en la región lumbar (63%), valores del índice de levantamiento superior al umbral recomendado y un nivel de riesgo postural entre III y IV, indicando asimismo la necesidad de intervenciones inmediatas.

Ambos estudios acentúan la necesidad urgente de abordar estos riesgos. A través de la ergonomía, se puede ampliar el enfoque hacia la mejora de las herramientas que se utilizan en las diferentes actividades. Al comparar estos estudios con el presente documento, se encuentra un interés común en modificar ciertos riesgos que afectan al trabajador con mejoras específicas. En el caso de la cosecha y postcosecha de hortalizas, que es el tema que se aborda más específicamente, se analizan las condiciones de trabajo que, de no eliminarse, resultarán en accidentes laborales y enfermedades profesionales.

Es pertinente resaltar también el artículo titulado “Innovación en la Formación de Seguridad Ocupacional: Una Revisión Exploratoria sobre Juegos Digitales y Posibles

Aplicaciones en la Agricultura” de Vigoroso et al. (2021). Este estudio se enfocó en la innovación de la formación en seguridad laboral mediante el uso de juegos digitales, con especial atención a su aplicación en el sector agrícola, donde su implementación ha sido limitada. Esto se estableció a través de una revisión exhaustiva de la literatura, donde se destacó el potencial de los juegos digitales para mejorar las habilidades y conocimientos en seguridad de los trabajadores, evaluando diversas mecánicas y tecnologías utilizadas. La conclusión evidencia la necesidad de desarrollar juegos atractivos y específicos que aborden los riesgos particulares presentes en la agricultura, apuntando hacia un futuro prometedor para la gamificación en la formación de seguridad en este ámbito laboral.

Al comparar la innovadora propuesta de Vigoroso et al. (2021) con el presente proyecto para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola, se destaca una convergencia en la búsqueda de herramientas tecnológicas para mejorar la formación y concienciación de los trabajadores agrícolas. Ambos enfoques comparten el objetivo activo de optimizar la seguridad laboral, aunque emplean métodos diferentes. Mientras el estudio de Vigoroso et al. (2021) resalta la eficacia de los juegos digitales, este proyecto propone una aplicación móvil que va más allá de integrar normativas, incorporando diversas ramas de la ergonomía para el diseño de información educativa. La aplicación incluye cuestionarios didácticos y otros recursos para lograr una comprensión simple y educativa sobre qué y cómo prevenir riesgos, de manera análoga a la efectividad que un juego podría ofrecer. Ambas propuestas reflejan la necesidad de abordar los riesgos laborales de manera innovadora, adaptando las soluciones a las condiciones específicas del sector agrícola y proporcionando herramientas efectivas para la capacitación y concienciación de los trabajadores.

A nivel nacional, sobresalen diversas investigaciones, como la llevada a cabo por Polania & Gómez (2019), quienes analizaron las enfermedades y accidentes laborales derivados de factores de riesgo en la actividad agrícola, centrándose en la comparación internacional y nacional. La metodología consistió en una revisión de estudios a nivel mundial, confrontando estos datos con la realidad nacional, especialmente en situaciones de informalidad laboral. Los resultados resaltaron factores ergonómicos como la manipulación de cargas y posturas incómodas, subrayando su papel crítico en la actividad agrícola. Además, se identificó la variabilidad en el uso de maquinaria según el nivel de industrialización. Se puso énfasis en la carencia de afiliación a la seguridad social y a la administradora de riesgos laborales en contextos de informalidad, lo que impacta negativamente la salud y las condiciones de trabajo de los agricultores. Se concluyó que la falta de promoción de la salud y prevención de enfermedades agrava estas condiciones, siendo evidente la necesidad de intervenciones específicas para mejorar la seguridad y el bienestar de los trabajadores agrícolas.

En concordancia con estas intervenciones, se encuentra el estudio de Días (2023), quien ha abordado los riesgos ergonómicos de manera más específica en el sector agrícola en Colombia. Este estudio identificó factores como movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación manual de cargas como riesgos predominantes entre 2015 y 2021. Con un enfoque cualitativo y mixto, se evidenció la falta de medidas de seguridad formal, especialmente para trabajadores informales. Los resultados resaltan la diversidad geográfica del país y su influencia en el riesgo ergonómico, proponiendo medidas como la concientización de empleadores y trabajadores, la implementación de estrategias gubernamentales y empresariales, y la promoción de hábitos saludables.

En este caso, se observa una convergencia en la identificación de riesgos ergonómicos en el sector agrícola entre estas investigaciones y la presente. Sin embargo, mientras que el estudio se centra en aspectos más generales y recomienda medidas de concientización y políticas gubernamentales, este proyecto propone una solución específica y tecnológica, una herramienta que identifica estos riesgos, ofreciendo una respuesta más integral y adaptada a las necesidades de los trabajadores agrícolas.

La investigación de Caviedes et al. (2020) trató el riesgo ergonómico durante la recolección de curuba en Huila, Colombia. Adoptando un enfoque descriptivo y cuantitativo, exploratorio, correlacional y explicativo, utilizaron encuestas, observación y herramientas como el cuestionario nórdico, la GTC-45 y el método OCRA en 30 recolectores, revelando hallazgos significativos. El 93% presentó afectaciones osteomusculares, haciendo hincapié en movimientos repetitivos y posturas forzadas como constantes en el sector. Se proponen medidas preventivas contextualizadas con los riesgos identificados, como las pausas activas y herramientas ergonómicas, para mejorar la calidad de vida y la productividad. Conjuntamente, se menciona la necesidad de considerar factores no estudiados y la falta de conciencia sobre el valor de la salud ergonómica en la población agrícola.

Es evidente cómo cada actividad o proceso analizado en distintas investigaciones lleva a propuestas que pueden diferir, generando enfoques diversos en la aplicación de la ergonomía. En relación con el presente proyecto, ambas investigaciones comparten el uso de observación directa y la GTC-45 para la identificación de riesgos ergonómicos, estableciendo así una pauta de análisis ergonómico aplicado a diferentes poblaciones. Aunque difieren en los lugares de análisis, la propuesta en esta investigación enfatiza en una aplicación móvil que ofrece un seguimiento personalizado. Esto marca una diferencia significativa en la prevención y gestión de

riesgos ergonómicos en este sector, abriendo un nuevo horizonte en la aplicación de la ergonomía.

Del análisis presentado, se revela que los planes y programas son ampliamente utilizados en la prevención de riesgos en el sector agrícola. Aunque se han desarrollado aplicaciones, juegos y recursos, su aplicación en investigaciones específicas es limitada. No obstante, destaca la contribución significativa de entidades como la Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia (CROEM) y el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) en la promoción de medidas preventivas y la concienciación sobre seguridad laboral.

Por ello, se observa una brecha, especialmente en la falta de una aplicación integral para abordar específicamente la ergonomía en la agricultura. La ergonomía agrícola, crucial para mejorar las condiciones laborales, necesita más atención y exploración en términos de herramientas preventivas.

Esto subraya la necesidad de más investigación y aplicación de herramientas específicas en este campo. La implementación de medidas que aborden directamente los riesgos ergonómicos en la agricultura beneficiaría tanto la salud y seguridad de los trabajadores como la eficiencia y productividad del sector. Es evidente la trascendencia de seguir explorando y desarrollando soluciones innovadoras en este ámbito.

### **Marco conceptual**

**Agricultura:** La agricultura es una actividad primaria esencial para la subsistencia humana. Representa el recurso más importante para la humanidad, ya que proporciona alimentos y materias primas para la industria. Esta actividad incluye la producción de cultivos, el desarrollo y la recolección de cosechas, la explotación de bosques y selvas (silvicultura), así como la cría y desarrollo de ganado (Secretaría del Medio Ambiente, s.f.).

**Riesgo laboral:** El riesgo laboral comprende un conjunto de factores físicos, psíquicos, químicos, ambientales, sociales y culturales que actúan sobre el individuo en su entorno laboral. Los riesgos laborales abarcan tanto aspectos generales del trabajo como riesgos específicos vinculados a ciertos medios de producción. Su manifestación conlleva consecuencias severas, como accidentes de trabajo, enfermedades laborales o incluso la muerte, afectando no solo al trabajador sino también a sus familias y a las organizaciones (Montalvo, 1985; Llamas, 2020; Sedano, 2020).

**Factor de riesgo laboral:** Un factor de riesgo laboral engloba cualquier condición, circunstancia o elemento presente en el lugar de trabajo que, de manera directa o indirecta, pueda representar una amenaza para la salud y seguridad del trabajador. Estos factores tienen el potencial de ocasionar daños o lesiones en el trabajo (Romero, 2015).

**Factores de riesgo ergonómico:** Se refieren a las condiciones específicas del lugar del trabajo que determinan las demandas físicas y mentales impuestas al trabajador. Estos factores aumentan la probabilidad de que se produzcan daños o lesiones (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2015).

**Accidente de trabajo:** Se define como cualquier suceso repentino que ocurra durante o debido al trabajo, y que provoque lesiones orgánicas, perturbaciones funcionales o psiquiátricas, invalidez o incluso la muerte al trabajador (Universidad Pontificia Bolivariana, s.f.).

**Identificación del peligro:** Es un proceso fundamental para detectar la presencia de riesgos y definir sus características específicas. Incluye la identificación, evaluación y valoración de riesgos, y desempeña un papel esencial al proporcionar una comprensión detallada de los peligros inherentes a una organización. Su relevancia se refleja en su capacidad para guiar la definición de objetivos de control y acciones específicas destinadas a la gestión efectiva de estos

riesgos. La calidad de los cimientos para desarrollar y mantener la administración de riesgos en la organización se determina en gran medida por la coherencia y validez de los resultados obtenidos en este proceso (Seguros de Riesgos Laborales Suramericana, 2017).

**Salud ocupacional:** Es una disciplina que se enfoca en la prevención de lesiones y enfermedades causadas por las condiciones laborales, así como en la protección y promoción de la salud de los trabajadores (Minsalud, 2012). Se centra en los efectos agudos de los riesgos laborales, abordando los riesgos para la salud y examinando las enfermedades ocupacionales a través del diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado. Igualmente, incluye aspectos como la higiene industrial, la medicina del trabajo y la salud mental ocupacional.

**Seguridad industrial:** Conjunto de normativas obligatorias diseñadas para prevenir o minimizar los riesgos en entornos industriales, así como los daños y enfermedades resultantes de la actividad industrial. Dado que las máquinas y herramientas utilizadas en estos entornos pueden representar peligros, se busca evitar lesiones a las personas, daños a los activos y reducir el impacto ambiental mediante medidas preventivas. El cumplimiento de estas normativas es obligatorio en todas las empresas, con el objetivo primordial de garantizar la seguridad de los trabajadores en su lugar de trabajo (Centro de Enseñanza Técnica y Superior, 2020).

**Prevención riesgos laborales:** Disciplina que busca promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores. Esto se logra mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de actividades destinadas a prevenir los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. La evaluación de riesgos, llevada a cabo por técnicos especialistas en Prevención de Riesgos Laborales en cada empresa, es una herramienta primordial en este proceso (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales, s.f.).

**Ergonomía:** La ergonomía se define como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es lograr una adecuación óptima entre el trabajo y la persona. Esta disciplina se destaca por su naturaleza multidisciplinaria, lo que implica la aplicación de diversos conocimientos científicos para alcanzar sus metas. La ergonomía reconoce que cada individuo tiene límites de adaptabilidad, y establece intervalos de condiciones óptimas para cualquier actividad laboral. Asimismo, identifica los posibles efectos negativos que pueden surgir si estos límites son sobrepasados. La adaptación adecuada del entorno laboral a las necesidades del trabajador no solo mejora el rendimiento individual, sino que también contribuye al rendimiento global del sistema (Belloví, et al, 2008).

**Antropometría:** La antropometría desempeña un papel determinante, abordando aspectos clave relacionados con la seguridad y la ergonomía. Su propósito principal radica en optimizar el ambiente de trabajo a través del diseño adecuado de equipos y su disposición. Esto implica configurar las características geométricas de los puestos laborales y asegurar un diseño óptimo del mobiliario, herramientas manuales y equipos de protección personal, entre otros elementos relevantes (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

**Aplicación móvil:** Una aplicación móvil, o *app*, es un software diseñado para ejecutarse en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Su propósito es permitir a los usuarios realizar tareas específicas, ya sean profesionales, de ocio, educativas o de acceso a servicios, facilitando así diversas gestiones y actividades. Estas aplicaciones suelen estar “disponibles a través de plataformas de distribución gestionadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles, como Android, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone, entre otros” (XpertoSolutions.com, 2017).

**Marco teórico:****Riesgos laborales en la agricultura****Generalidades de los riesgos laborales:**

En el ámbito laboral, los riesgos se configuran como potenciales peligros presentes en el entorno de trabajo, capaces de desencadenar incidentes o situaciones adversas que resultan en heridas, daños físicos, psicológicos y traumatismos, entre otras consecuencias (Rodríguez et al, 2017). Esta comprensión integral resalta que los riesgos laborales no se limitan únicamente a eventos físicos evidentes, sino que también pueden tener un impacto significativo en la salud emocional y psicológica de los trabajadores.

Además de lo mencionado, es conveniente destacar que los riesgos laborales pueden variar significativamente dependiendo del sector y del tipo de trabajo (MasProteccionLaboral, 2022). Por ejemplo, un trabajador de la construcción puede enfrentarse a riesgos físicos como caídas o lesiones por el uso de maquinaria pesada, mientras que un trabajador agrícola que realiza actividades como levantar cargas pesadas o adopta posturas incómodas puede enfrentarse a riesgos ergonómicos que afectan la salud de sus músculos y articulaciones.

Al abordar los riesgos desde esta óptica amplia, se brinda la base para implementar estrategias preventivas y correctivas que consideren la diversidad de desafíos a los que los trabajadores pueden estar expuestos, contribuyendo así a la creación de lugares de trabajo más seguros y saludables.

**Factores de riesgo:**

Los factores de riesgo, entendidos como condiciones, comportamientos, actitudes, equipos o ambientes laborales con potencial para desencadenar enfermedades, lesiones, accidentes y disminución en el rendimiento (Melo, 2021), son elementos variables que requieren

una gestión adecuada para evitar consecuencias negativas en la salud y seguridad de los trabajadores.

En el sector agrícola, se destaca la naturaleza cambiante de los factores de riesgo, atribuida a la diversidad de tareas y su frecuencia de ejecución. Las actividades manuales y el uso repetitivo de herramientas imponen un esfuerzo físico significativo, exponiendo a los trabajadores a riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales (Intencipa & Pérez, 2020). Elementos específicos “como movimientos repetitivos, fuerza, carga estática, posturas prolongadas, presión directa, demanda visual y vibración” (Vélez, 2015 como cito Intencipa & Pérez, 2020) son comunes en este sector.

En este contexto, la Guía Técnica Colombiana (GTC-45) se presenta como una herramienta invaluable para la identificación y evaluación de factores de riesgo. Clasifica los peligros en siete categorías, abarcando aspectos biológicos, físicos, químicos, psicosociales, biomecánicos, condiciones de seguridad y fenómenos naturales (Icontec, 2012).

**Riesgo biológico:** Comprende aquella exposición a agentes biológicos como virus, bacterias, hongos, rickettsias, parásitos, picaduras, mordeduras, fluidos o excrementos.

**Tabla 1.**

*Riesgo biológico*

<b>Biológico</b>	<b>Ejemplos de elementos</b>
<b>Virus</b>	Infecciones virales.
<b>Bacterias</b>	Infecciones bacterianas.
<b>Hongos</b>	Problemas micóticos.
<b>Rickettsias</b>	Enfermedades transmitidas por garrapatas (ej. tifus).
<b>Parásitos</b>	Parásitos transmitidos por vectores.
<b>Picaduras</b>	Picaduras de insectos.
<b>Mordeduras</b>	Mordeduras de animales.
<b>Fluidos o excrementos</b>	Exposición a sangre, heces u otros fluidos biológicos.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo Físico:** Incluye condiciones ambientales que afectan directamente al cuerpo humano, como ruido, iluminación inadecuada, vibración, temperaturas extremas, presión atmosférica y radiaciones.

**Tabla 2.**

*Riesgo físico*

<b>Físico</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
<b>Ruido</b>	Exposición a niveles altos de sonido.
<b>Iluminación</b>	Exceso o deficiencia de luz.
<b>Vibración</b>	Exposición a vibraciones corporales.
<b>Temperaturas Extremas</b>	Exposición a condiciones extremas de calor o frío.
<b>Presión atmosférica</b>	Cambios en la presión del ambiente, como en trabajos en altitudes elevadas o bajas.
<b>Radiaciones</b>	Exposición a radiaciones ionizantes o no ionizantes, como rayos X o radiación ultravioleta.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo Químico:** Involucra la exposición a sustancias químicas como polvos, fibras, líquidos, gases, vapores, humos metálicos y no metálicos, y material particulado.

**Tabla 3.**

*Riesgo químico*

<b>Químico</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
<b>Polvos</b>	Exposición a polvos finos.
<b>Fibras</b>	Inhalación de fibras peligrosas, como amianto.
<b>Líquidos</b>	Manipulación de líquidos peligrosos.
<b>Gases</b>	Exposición a gases tóxicos.
<b>Humos metálicos y no metálicos</b>	Inhalación de humos provenientes de procesos industriales.
<b>Material Particulado</b>	Presencia de partículas en suspensión en el aire, como polvo o aerosoles.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo psicosocial:** Se refiere a factores relacionados con aspectos mentales y emocionales en el trabajo.

**Tabla 4.***Riesgo psicosocial*

<b>Psicosocial</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
<b>Gestión organizacional</b>	Estilo de mando, políticas de pago, procesos de contratación, participación en decisiones, programas de inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del desempeño, gestión del cambio.
<b>Características de la organización del trabajo</b>	Comunicación interna, tecnología utilizada, estructura y diseño de la organización, demandas cualitativas y cuantitativas del trabajo.
<b>Características del grupo social del trabajo</b>	Relaciones interpersonales, cohesión del grupo, calidad de interacciones, dinámicas de trabajo en equipo.
<b>Condiciones de la tarea</b>	Carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, definición de roles, monotonía.
<b>Interfase persona tarea</b>	Conocimientos y habilidades adecuados para abordar las demandas de las tareas asignadas en el ámbito laboral. Además, implica mostrar iniciativa y autonomía en la ejecución de dichas tareas, así como sentirse valorado tanto a nivel individual como por parte de la organización (DeSeguridad.net, 2020).
<b>Jornada de trabajo</b>	Pausas, trabajo nocturno, rotación de turnos, horas extras, políticas de descanso.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo biomecánico:** Implica condiciones que afectan la estructura del cuerpo, como posturas prolongadas, esfuerzos físicos, movimientos repetitivos y manipulación de cargas.

**Tabla 5.***Riesgo biomecánico*

<b>Biomecánico</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
Postura	Posturas forzadas o mantenidas.
Esfuerzo físico	Levantamiento de cargas pesadas.
Movimiento repetitivo	Actividades repetitivas.
Manipulación manual de cargas	Levantamiento y transporte manual de objetos.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo de condiciones de seguridad:** Involucra situaciones que pueden comprometer la seguridad del trabajador, como falta de señalización, condiciones inseguras en instalaciones y equipos, y ausencia de procedimientos de emergencia.

**Tabla 6.**

*Riesgo de condiciones de seguridad*

<b>Condiciones Seguridad</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
<b>Mecánicos</b>	Factores físicos que pueden causar lesiones debido a la acción mecánica de máquinas, herramientas, piezas o materiales proyectados, sólidos o fluidos (Universidad Carlos III de Madrid, s.f.).
<b>Eléctrico</b>	Riesgos asociados a la alta o baja tensión eléctrica, estática
<b>Locativo</b>	Condiciones del entorno físico, como iluminación, señalización, condiciones de pisos y escaleras.
<b>Tecnológico</b>	Riesgos de explosiones, fugas, derrames, incendios asociados a procesos tecnológicos.
<b>Accidentes de tránsito</b>	Peligros relacionados con el desplazamiento vehicular.
<b>Públicos</b>	Riesgos de robos, atracos, asaltos, disturbios de orden público, entre otros.
<b>Trabajo en alturas</b>	Peligros asociados al trabajo en elevación, como caídas desde alturas.
<b>Espacios confinados</b>	Riesgos vinculados a la entrada y trabajo en áreas con limitada ventilación y acceso.

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

**Riesgo de fenómenos naturales:** Incluye riesgos asociados a eventos naturales como sismos, inundaciones, tormentas eléctricas, entre otros.

**Tabla 7.**

*Riesgo de fenómenos naturales*

<b>Fenómenos Naturales</b>	<b>Ejemplos de Elementos</b>
<b>Sismos</b>	Riesgo sísmico asociado a movimientos de la corteza terrestre
<b>Terremoto</b>	Evento sísmico que puede generar vibraciones y movimientos bruscos en la tierra.
<b>Vendaval</b>	Fuertes vientos que pueden causar daños en estructuras y objetos.

---

<b>Inundaciones</b>	Peligro de inundación debido a crecidas de ríos, desbordamientos o fuertes lluvias.
<b>Derrumbes</b>	Desplazamiento de tierra o rocas que puede generar caídas de escombros.
<b>Precipitaciones</b>	Fenómenos atmosféricos como lluvias, granizadas o heladas que pueden afectar el entorno laboral.

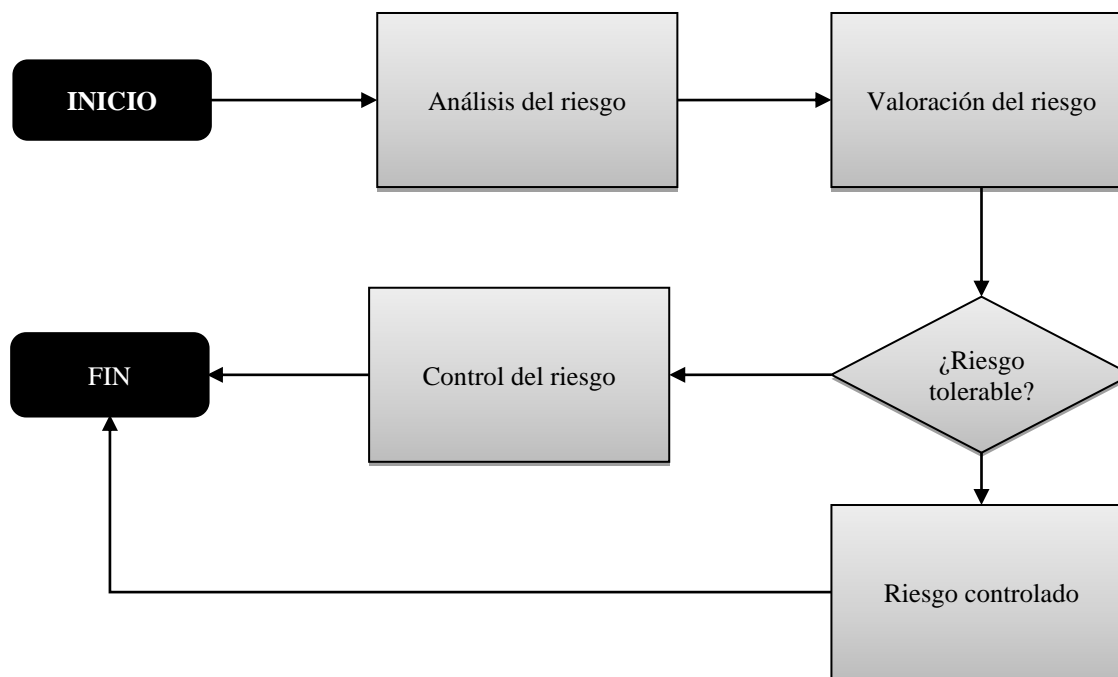
---

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

### ***Evaluación de riesgos***

La evaluación de riesgos laborales, como lo define el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, es un procedimiento esencial destinado para estimar la magnitud de los riesgos que pueden presentarse en el trabajo. Este proceso se enfoca en proporcionar al empresario la información necesaria para tomar decisiones fundamentadas sobre la implementación de medidas preventivas y, en caso necesario, determinar las acciones a seguir. En líneas generales, la evaluación busca responder a la pregunta crucial sobre la seguridad de la situación laboral analizada.

De acuerdo con las etapas delineadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, la evaluación de riesgos abarca desde la identificación de peligros hasta la valoración del riesgo, lo que implica analizar conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de la materialización de dichos peligros. Este enfoque integral permite al empresario emitir un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión. Si la evaluación indica que el riesgo no es tolerable, el proceso se extiende al control del riesgo, formando un conjunto conocido como gestión del riesgo.

**Figura 1.***Evaluación de riesgo*

*Nota.* Adaptado de (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

***Matriz GTC-45:***

En el núcleo de la GTC-45 se encuentra la Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación y Valoración de Riesgos (IPER). Esta matriz sirve como una herramienta valiosa para las organizaciones, permitiendo identificar de manera sistemática los peligros asociados a sus procesos laborales, evaluar la magnitud de los riesgos y adoptar medidas de control adecuadas. La IPER facilita la toma de decisiones informadas en materia de seguridad y salud ocupacional, al mismo tiempo que promueve la revisión continua de las medidas implementadas, garantizando la eficacia y adaptabilidad del sistema de gestión ante cambios en el ambiente laboral.

La matriz se representa en forma de tabla, detallando la identificación de peligros, los posibles efectos a corto y largo plazo, los controles existentes y la evaluación del riesgo asociado a diferentes procesos laborales. Cada elemento, desde la descripción del peligro hasta las medidas de control, se analiza cuidadosamente para evaluar la eficacia de las salvaguardas existentes y determinar la necesidad de intervenciones adicionales.

**Tabla 8.**

*Matriz IPER-45*

IDENTIFICACIÓN						PELIGRO			EFECTOS POSIBLES (Corto y Largo Plazo)				CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					
N°	PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDAD	CARGO	RUTINARIA (SI/NO)	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CLASIFICACIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	RESGUARDOS / DISPOSITIVOS DE ALIVIO O CONTENCIÓN / PLANES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN Y ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP) (NDxNE)	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA (NC)	NIVEL DE RIESGO (NR=NPxNC) E INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NR		

*Fuente.* Adaptado de (Icontec, 2012)

La evaluación del nivel de riesgo (NR) se fundamenta en la determinación del Nivel de Consecuencia (NC) y el Nivel de Probabilidad (NP). La fórmula utilizada es la siguiente:

$$NR = NC \times NP \quad (1)$$

El nivel de riesgo (NR) se calcula multiplicando el nivel de consecuencia (NC) por el nivel de probabilidad (NP). Este cálculo proporciona un valor numérico que representa el nivel de riesgo asociado a una determinada situación. Cuanto mayor sea el valor de NR, mayor será el riesgo asociado.

Donde:

**Nivel de Consecuencia (NC):** Este parámetro mide la severidad y las posibles consecuencias asociadas a los riesgos identificados.

**Nivel de Probabilidad (NP):** Evalúa la probabilidad de que el riesgo se concrete.

La determinación del NP se realiza mediante la fórmula:

$$NP = ND \times NE \quad (2)$$

El nivel de probabilidad (NP) se determina multiplicando el nivel de deficiencia (ND) por el nivel de exposición (NE). El NP evalúa la probabilidad de que un riesgo se materialice. Un NP alto indica una alta probabilidad de que ocurra un incidente relacionado con el riesgo identificado.

Donde:

**Nivel de Exposición (NE):** Evalúa la exposición al peligro durante las actividades laborales.

**Nivel de Deficiencia (ND):** Indica la magnitud de la brecha entre los peligros existentes y las medidas preventivas implementadas en el lugar de trabajo.

### **Prevención de riesgos**

La gestión integral de la prevención de riesgos laborales es un enfoque multidisciplinario que abarca diversas áreas para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. De acuerdo con lo establecido por Sánchez (2022), se basa en cinco disciplinas fundamentales:

- 1. Medicina Preventiva y del Trabajo:** Esta área se centra en el estudio de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. Se implementa a través de dos enfoques: intervención después de que ocurra el daño, donde el trabajador debe abandonar el puesto afectado, y prevención anticipada mediante medidas

que reduzcan o eliminen el riesgo. La vigilancia de la salud, que incluye controles periódicos y reconocimientos médicos, es esencial para diagnosticar enfermedades relacionadas con las condiciones laborales (Sánchez, 2022).

2. **Seguridad en el Trabajo:** Como disciplina técnica, busca eliminar o reducir el riesgo de accidentes laborales. La empresa debe ajustar los entornos laborales a las normativas y condiciones óptimas para garantizar la seguridad de los trabajadores. Actúa tanto de manera preventiva, identificando riesgos potenciales, como de manera reactiva, tomando medidas después de que se haya producido el riesgo (Sánchez, 2022).
3. **Higiene en el Trabajo:** Centrada en estudiar, evaluar y controlar el entorno biológico, físico y químico del lugar de trabajo, busca reducir o eliminar el riesgo de enfermedades profesionales. Este enfoque no solo se aplica a los trabajadores, sino también a equipos, instalaciones y maquinaria. Su implementación sigue una secuencia que implica el análisis de condiciones, la evaluación de riesgos y la implementación de medidas correctivas (Sánchez, 2022).
4. **Ergonomía:** Su objetivo es lograr la adecuación entre la persona y su trabajo mediante el uso de diversas técnicas y tecnologías que buscan proporcionar bienestar físico y mental a los trabajadores. No se limita a la identificación y corrección de riesgos, sino que también incluye el diseño de lugares y puestos de trabajo. Sus enfoques abarcan la ergonomía física, cognitiva, ambiental, correctiva y preventiva (Sánchez, 2022).
5. **Psicosociología:** Encargada del estudio, análisis y evaluación de medidas para prevenir riesgos psicosociales, esta área aborda factores que impactan el

equilibrio emocional de los trabajadores. Entre los riesgos destacados se encuentran “la carga mental, el tiempo de trabajo, las exigencias emocionales, el apoyo social, las relaciones interpersonales, el contenido del trabajo, el desempeño del rol, la autonomía, el estilo de liderazgo y la comunicación” (Sánchez, 2022). Un riesgo psicosocial se presenta cuando las capacidades, necesidades o expectativas de los trabajadores no concuerdan con los requerimientos del trabajo (Sánchez, 2022)

### **Ergonomía y riesgos asociados:**

#### **Definición de Ergonomía**

La ergonomía es una disciplina científica y profesional que se centra en comprender las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema. Su objetivo principal es optimizar el bienestar humano y el rendimiento del sistema global (IEA, 2000 como citado por la Escuela Colombiana de Rehabilitación, s.f.). En el contexto de la seguridad laboral, la ergonomía juega un papel esencial al adaptar el entorno de trabajo a las características intrínsecas del ser humano, abordando aspectos físicos, psicológicos y sociales.

La ergonomía se basa en diversas disciplinas, como la psicología, psicología, arquitectura, anatomía, sociología, fisiología e ingeniería (Caviedes et al., 2020), para mejorar las condiciones laborales y responsabilidades. Se identifican tres elementos clave en el marco de la ergonomía: el ser humano, el ambiente y el objeto o máquina, los cuales influyen directamente en la productividad y se clasifican en el sistema hombre-máquina como manuales, mecánicos y automáticos (Caviedes et al., 2020).

Existen varios tipos de ergonomía, siendo los más relevantes:

- **Física o química:** Se centra en el estudio anatómico, fisiológico, antropométrico y biomecánico del ser humano.
- **Cognitiva:** Se enfoca en la interacción humana con las máquinas, abordando aspectos cognitivos.
- **Ambiental:** Examina condiciones físicas como iluminación, vibración, temperatura o ruido en el entorno laboral.
- **Correctiva:** Actúa para abordar problemas que surgen durante la realización del trabajo.
- **Preventiva:** Estudia y analiza las condiciones de seguridad, confort y salud laboral.

Por otro lado, según la CROEM, la ergonomía también abarca las siguientes ramas:

1. **Geométrica:** Se concentra en el estudio detallado del ámbito laboral, considerando las dimensiones del puesto, posturas y esfuerzos realizados por el trabajador. La Antropometría, parte esencial de esta rama, analiza las dimensiones corporales para informar el diseño del entorno (CROEM).

**Factores Clave:**

Mandos y Señales: Diseñados para facilitar el uso, reducir fatiga mental y evitar errores.

Máquinas y Herramientas: Diseñadas para favorecer posturas adecuadas y equilibrar actividad manual y mental.

2. **Ambiental:** Se enfoca en factores del entorno, como ruido, temperatura, humedad, iluminación y vibraciones, que impactan el comportamiento, rendimiento y bienestar del trabajador (CROEM).

**Factores Clave:**

Ventilación: Crucial para evitar ambientes contaminados.

Iluminación: Debe adaptarse al tipo de trabajo y tarea visual.

Ambiente Térmico: Afecta al bienestar y rendimiento, considerando características individuales y la tarea.

- 3. Temporal:** Estudia la distribución del trabajo a lo largo del tiempo, considerando carga de trabajo, ritmo laboral y pausas. Una distribución adecuada en el tiempo mejora la satisfacción y el rendimiento del trabajador (CROEM).

**Factores Clave:**

Distribución Semanal: Considera descanso y pausas.

Horario: Incluye turnos y trabajos nocturnos.

Pausas y Ritmo: Pausas breves y repetidas son efectivas

**Papel de la ergonomía en la prevención de riesgos laborales**

El papel de la ergonomía en la prevención de riesgos laborales es crítico, ya que contribuye de diversas formas a mejorar las condiciones laborales y proteger la salud de los trabajadores. Como expone la Asociación de Ergonomía (AEE), citada por Caviedes et al. (2020), las funciones principales de la ergonomía incluyen:

- “Identificar y proponer medidas correctoras de los riesgos derivados de la carga laboral” (Asociación de Ergonomía (AEE) como cito Caviedes et al., 2020).
- “Favorecer interés de los trabajadores en sus responsabilidades y el ambiente laboral” (Asociación de Ergonomía (AEE) como cito Caviedes et al., 2020).
- “Controlar condiciones laborales del puesto de trabajo” (Asociación de Ergonomía (AEE) como cito Caviedes et al., 2020).

- “Promover el bienestar y salud de los trabajadores” (Asociación de Ergonomía (AEE) como cito Caviedes et al., 2020).
- “Favorecer la eficacia, productividad, calidad y seguridad del sistema de trabajo” (Asociación de Ergonomía (AEE) como cito Caviedes et al., 2020).

Estas funciones se basan en la adaptación de los entornos de trabajo a las características humanas, lo que contribuye a reducir los incidentes y accidentes laborales (Delgado et al., 2017, citado en Carrasco, 2022). La implementación de la ergonomía conlleva cambios internos en los sectores empresariales y agropecuarios (Caviedes et al., 2020), pero los resultados suelen ser muy positivos, incluida la reducción del absentismo, la disminución de costos y el aumento del bienestar general de los trabajadores.

### **Riesgos asociados a la ergonomía en el sector agrícola**

Los factores de riesgo ergonómico son elementos presentes en el entorno laboral que aumentan la probabilidad de desarrollar patologías relacionadas con la ergonomía. Diversos estudios, como el realizado por Borda (2019), destacan condiciones laborales específicas que contribuyen a la presencia de estos riesgos.

Entre estas condiciones se encuentran las posturas forzadas, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas, así como actividades como levantamiento, transporte, empuje y arrastre, y la aplicación de fuerzas durante la ejecución de tareas agrícolas.

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) clasifica los factores de riesgo ergonómico en dos categorías principales:

#### **Factores ambientales:**

- **Ambiente térmico:** El ambiente térmico se refiere a la interacción de variables ambientales e individuales que afectan la percepción de calor o frío. Para Herrera

& Sánchez (2023) incluye factores como la temperatura del aire, humedad relativa, temperatura de objetos circundantes y flujo del aire. Esta complejidad puede desencadenar efectos significativos en la salud y bienestar de los trabajadores, generando molestias físicas, dificultades en la realización de tareas y potenciando los riesgos de accidentes (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.).

- **Iluminación:** Hace referencia a la luz obtenida mediante el uso de luces difusas o indirectas, que emiten una luz blanca cálida, de entre 2.200 K a 3.000 K (Barrantes, s.f.). Una iluminación inapropiada puede desencadenar fatiga y otros trastornos visuales y oculares (Giraldo, s.f.).
- **Ruido y vibraciones:** La exposición al ruido y las vibraciones en el puesto de trabajo conlleva riesgos que van más allá de la audición, afectando desde el punto de vista ergonómico. El ruido, considerado como contaminante, puede no solo comprometer la capacidad auditiva, sino también generar efectos extra-auditivos, como disminución del rendimiento en tareas que requieren concentración y dificultades en la comunicación, fomentando el aislamiento (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.). De manera paralela, las vibraciones no solo están asociadas con lesiones físicas, sino que también pueden ocasionar molestias, cansancio, estrés e interferir con la actividad laboral, impactando en la salud musculoesquelética (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.).

Estos factores también interactúan con los trabajadores en su entorno, específicamente la iluminación, el ruido y la temperatura.

### **Factores asociados a la carga de trabajo:**

- **Posturas de trabajo:** Definidas como la posición relativa que adoptan los segmentos corporales durante las labores (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.). Estas pueden tener efectos significativos, especialmente cuando se mantienen por períodos prolongados o son particularmente forzadas. A su vez, están influenciadas por condiciones externas “como las dimensiones del lugar, las cargas que se manejan, el peso y la naturaleza de las herramientas, las demandas visuales y el mobiliario” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2022). Otros factores asociados importantes incluyen el tiempo de mantenimiento, la repetitividad y la aplicación de fuerza (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2022).
- **Trabajos repetitivos:** Estas actividades implican la ejecución constante de movimientos o gestos recurrentes y son comunes en una variedad de ambientes laborales, como cadenas de producción, talleres de reparación y prácticamente todos los sectores de la industria. Pueden desencadenar trastornos musculoesqueléticos, siendo una de las principales causas de enfermedades y lesiones laborales (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.).
- **Manipulación manual de cargas:** Esta implica acciones como levantar, empujar, tirar, llevar y mover objetos con la mano o la fuerza del cuerpo (SafetyCulture, 2024). Aunque es común en varios sectores, como la manufactura, la construcción y la agricultura, puede conllevar riesgos de lesiones y trastornos musculoesqueléticos. Es esencial considerar factores como equipos de protección individual, calzado, peso y tamaño de la carga, métodos de transporte, postura del

tronco y fuerzas de empuje y tracción para prevenir lesiones y promover un entorno seguro (Universidad Internacional de La Rioja , 2021).

- **Carga Mental:** Incluye el esfuerzo mental y emocional necesario para alcanzar objetivos, tanto en la vida personal como laboral. En el ámbito laboral, se refiere a los requerimientos mentales, cognitivos e intelectuales que enfrenta un trabajador a lo largo de su jornada (Rivera, 2022). Comprender la carga mental es esencial para abordar aspectos de la ergonomía cognitiva y promover ambientes de trabajo saludables.

### **Efectos del riesgo ergonómicos:**

Los riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo tienen un impacto significativo que trasciende el ámbito laboral, afectando directamente la salud y el bienestar de los trabajadores. Estos riesgos, asociados a factores como; levantar objetos pesados, doblarse, alcanzar por encima de la cabeza, empujar y tirar cargas pesadas, trabajar en posturas incómodas y realizar tareas similares o repetitivas (Occupational Safety and Health Administration, s.f.), pueden provocar consecuencias potencialmente graves.

Puesto que la falta de ergonomía puede resultar en la aparición frecuente de lesiones musculotendinosas (LMT) o traumas acumulativos (LTA), patologías que se manifiestan después de períodos prolongados de esfuerzo inadecuado en segmentos corporales específicos (Occupational Safety and Health Administration, s.f.). Estas lesiones y enfermedades no se limitan al ámbito físico; también afectan a músculos, nervios, tendones, ligamentos, articulaciones, cartílagos y discos intervertebrales.

Conforme al *National Institute for Occupational Safety and Health* (2018), la falta de atención a esta disciplina puede tener repercusiones sistémicas, poniendo en riesgo la salud de

los trabajadores. Esta comprensión profunda de estos efectos subraya la necesidad de implementar medidas preventivas. Estas medidas no solo reducen la incidencia de accidentes laborales, sino que también protegen la salud a largo plazo de aquellos que realizan actividades expuestas a riesgos ergonómicos. Por lo tanto, la adopción de estrategias ergonómicas se convierte en un pilar fundamental para crear entornos laborales seguros, sostenibles y beneficiosos para la salud de los trabajadores (Bednář et al., 2023).

### **Métodos para identificación y evaluación de riesgos asociados a la ergonomía**

Existen varios métodos y enfoques utilizados para la identificación y evaluación de riesgos ergonómicos. En este caso, se destacan algunas de las potenciales aplicables al sector agrícola.

#### **Tabla 9.**

*Métodos para la identificación y evaluación de riesgos asociados a la ergonomía*

<b>Método</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Índice INSHT</b>	Levantamiento y transporte manual de cargas
<b>Índice NIOSH Simple o Multitarea</b>	Levantamiento y transporte manual de cargas
<b>Método de Snook y Ciriello</b>	Empuje y tracción
<b>Escala de Borg</b>	Empuje y tracción
<b>OCRA Check-list, JSI</b>	Movimiento repetitivo
<b>RULA, OWAS, REBA</b>	Posturas y movimientos forzados

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en la Prevención de Riesgos**

#### **Laborales**

#### **Rol de las TICs en la Seguridad Laboral**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) comprenden un conjunto de herramientas tecnológicas empleadas para crear, almacenar, compartir y procesar información

en diversas formas, tales como datos, audio, imágenes estáticas o en movimiento, y presentaciones multimedia (Tello, 2011 citado por Pérez et al., 2018).

Estas herramientas, que se implementan para facilitar la vida cotidiana, ofrecen una multitud de beneficios adaptables a las necesidades individuales. En el contexto de la prevención de riesgos laborales, las TICs se han convertido en una herramienta esencial. La incorporación constante de nuevas tecnologías en todos los aspectos de nuestra vida ha contribuido a la reducción de riesgos laborales. Tecnologías avanzadas, como simuladores o drones, permiten la detección rápida de riesgos y la implementación de medidas necesarias para su eliminación (Sánchez, 2022).

El acceso generalizado a Internet y a estas tecnologías juega un papel crucial en la búsqueda de información, formación y comunicación en las empresas. Se convierten en herramientas clave durante períodos de incertidumbre para garantizar la seguridad de los trabajadores y anticiparse a eventos (Sánchez, 2022). Como resultado, todas las empresas activas las emplean para mejorar la seguridad y salud de sus equipos de trabajo ( Adecco Institute, 2020).

El uso de las TICs en la Prevención de Riesgos Laborales ofrece numerosas ventajas. A pesar de los desafíos, su aplicación adecuada permite gestionar y controlar los riesgos laborales de manera más eficiente, contribuyendo al bienestar de los trabajadores (Sánchez, 2022). Entre los beneficios destacados derivados de su implementación se encuentran la reducción de niveles de estrés, mayor flexibilidad laboral, aumento de la motivación al sentirse valorados, supervisión inmediata y efectiva de errores, simulación de tareas de riesgo sin peligro, facilitación del análisis de datos y minimización de accidentes laborales.

En términos de herramientas específicas, las empresas pueden aprovechar plataformas digitales, **aplicaciones móviles**, drones, simuladores y otras tecnologías para fortalecer sus estrategias de Prevención de Riesgos Laborales (Sánchez, 2022). Estas herramientas ofrecen un conjunto diverso de soluciones que mejoran la seguridad y contribuyen al bienestar general de los trabajadores en el entorno laboral.

### **Aplicaciones Móviles como Herramienta Preventiva**

Las aplicaciones móviles, o *apps*, son programas de software diseñados para funcionar en dispositivos móviles como smartphones y tabletas. Estas aplicaciones permiten a los usuarios realizar una variedad de tareas, ya sean profesionales, recreativas, educativas o de acceso a servicios, facilitando así las actividades cotidianas. Generalmente, estas *apps* están “disponibles a través de plataformas de distribución operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles, como Android, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone, entre otros” (XpertoSolutions.com, 2017).

En el contexto de la prevención de riesgos laborales, las aplicaciones móviles están surgiendo como herramientas innovadoras para gestionar de manera avanzada la seguridad y salud en el trabajo (SST). Las empresas están adoptando software y aplicaciones como Ingeso, Sistegra SST, Posipedia y Steel, que han revolucionado la forma en que las organizaciones abordan la seguridad ocupacional. Estas aplicaciones permiten la supervisión instantánea de riesgos, la generación de informes inmediatos, la interacción entre empleados y directivos a través de buzones de sugerencias, y lo más destacado, la motivación del trabajador mediante juegos interactivos y contenido educativo en dispositivos móviles (Vergara et al.,2020).

Además, los simuladores móviles como Ludus y Vrsense están redefiniendo la formación en SST. Ludus, una plataforma de realidad virtual sumerge a los trabajadores en escenarios de

riesgo, ofreciendo una experiencia práctica para identificar peligros. Vrsense, dirigido especialmente a empleados jóvenes, utiliza simulaciones para enseñar comportamientos seguros y evaluar riesgos laborales. Estas tecnologías no solo fortalecen la preparación de los trabajadores, sino que también desempeñan un papel crucial en la reducción de accidentes y errores, consolidando la transformación digital como una aliada fundamental en el panorama de la seguridad ocupacional (Vergara et al.,2020).

### **Conexión entre ergonomía y aplicaciones móviles en la prevención de riesgos laborales**

#### **Integración de la ergonomía en tecnologías móviles**

La integración de la ergonomía en las tecnologías móviles ha dado lugar a herramientas especializadas que abordan riesgos específicos. Estas facilitan la evaluación y mitigación de condiciones laborales que pueden afectar la salud musculoesquelética y el confort de los empleados, mejorando también su experiencia en términos de comodidad, eficiencia y seguridad.

Ejemplos de esta integración incluyen aplicaciones especializadas como Sergomater, diseñada para evaluar y mitigar los riesgos laborales para mujeres embarazadas. A través de cuestionarios y evaluaciones de esfuerzos físicos, esta aplicación demuestra cómo la ergonomía puede ser implementada mediante tecnologías móviles para salvaguardar la salud de los trabajadores en el entorno laboral (Sánchez, 2022).

Otra aplicación relevante es SmartOSH, que se centra en la gestión eficiente de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL). Al reducir la carga administrativa, transformar datos en conocimientos y proporcionar una visión clara de los riesgos laborales, SmartOSH ejemplifica cómo las tecnologías móviles pueden ser un catalizador para la aplicación efectiva de principios ergonómicos en entornos laborales diversos (Sánchez, 2022).. Estas aplicaciones y otras

similares como las proporcionadas por el INSST demuestran la contribución significativa de la integración de la ergonomía en las tecnologías móviles para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores.

### **Beneficios potenciales de una aplicación móvil en la prevención de riesgos laborales**

En el ámbito de la prevención de riesgos, el uso de aplicaciones móviles ofrece una serie de beneficios. Entre estos beneficios, se incluyen:

- **Mayor grado de personalización:** Permiten una gestión automática y la realización de cuestionarios personalizados, facilitando la adaptación a las necesidades específicas de cada trabajador (Tu-App.net & Cádiz, 2020).
- **Visualización de riesgos:** Estas herramientas proporcionan una manera fácil y práctica de conocer y evaluar los riesgos asociados a la profesión, permitiendo que los trabajadores tomen medidas preventivas de manera informada (Tu-App.net & Cádiz, 2020).
- **Cumplimiento de la normativa vigente:** Ayudan a los trabajadores a cumplir con la normativa de seguridad, higiene industrial y bienestar en el trabajo de manera lúdica y atractiva (Tu-App.net & Cádiz, 2020).
- **Análisis efectivo:** “Muchas *apps* incorporan un área de firma digital que facilita el tratamiento de los datos recopilados” (Tu-App.net & Cádiz, 2020), mejorando la eficiencia en el análisis de la información (Tu-App.net & Cádiz, 2020).
- **Reducción del uso de papel:** Pueden disminuir la necesidad de documentación en papel, contribuyendo así a la eficiencia y sostenibilidad del proceso (Tu-App.net & Cádiz, 2020).

- **Evaluación de riesgos ergonómicos y del entorno físico:** A través de estas herramientas, los técnicos o empleados pueden llevar a cabo una primera evaluación de riesgos ergonómicos y del entorno físico. Estas valoraciones pueden ser fundamentales para identificar con rapidez problemas y, posteriormente, realizar un análisis más profundo para abordarlos adecuadamente (Universidad de Valencia, 2016).

### **Marco Legal:**

Para establecer este marco legal, se consideraron diversas normativas a nivel mundial que fueran aplicables al sector agroindustrial y el desarrollo de aplicaciones móviles. Asimismo, se incorporaron leyes y normas colombianas específicas destinadas al ámbito agrícola y rural, y la implementación y uso de herramientas tecnológicas, con el propósito de salvaguardar los derechos y condiciones laborales de los trabajadores, así como de asegurar la armonización con estándares y parámetros internacionales. Este enfoque busca no solo cumplir con las regulaciones locales, sino también garantizar una alineación sustancial con las normativas internacionales que impactan el bienestar, las herramientas de trabajo, los entornos laborales en el sector agrícola y los derechos de cada usuario.

### **Tabla 10.**

#### *Marco legal internacional*

<b>Norma</b>	<b>Relevancia</b>
<b>Normas ISO 11228 (1,2,3,4)</b>	Son normas que establecen límites recomendados para diversas actividades relacionadas con la ergonomía, como empujar y halar, levantar y transportar cargas, realizar tareas manuales con posturas forzadas y movimientos repetitivos.
<b>ISO/TR 12295:2014 - Application document for international standards on manual</b>	Es un documento de aplicación que orienta a los usuarios sobre la serie de normas internacionales ISO 11228, que aborda la manipulación manual, e ISO 11226, que trata de las posturas de trabajo estáticas. En concreto, orienta al usuario y proporciona

<b>handling and evaluation of static working postures</b>	información adicional en la selección y el uso de las normas adecuadas.
<b>ISO 11226 - Ergonomics Evaluation of static working Postures</b>	Es una norma que establece límites recomendados para evaluar la aceptabilidad de posturas de trabajo estáticas, considerando ángulos corporales y tiempo de mantenimiento.
<b>ISO 6385:2004 - Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo</b>	Esta norma guía el diseño de sistemas de trabajo, integrando aspectos humanos, sociales y técnicos; asimismo, destaca la importancia de considerar interacciones críticas y fomentar la participación de los trabajadores.
<b>ISO 26800:2011. Ergonomics - General approach, principles, and concepts</b>	Es una norma que establece principios ergonómicos fundamentales y directrices básicas para el diseño de sistemas de trabajo. Define términos clave en el ámbito de la ergonomía, proporcionando un marco común para el diseño de tareas, trabajos, productos y entornos laborales.
<b>ANSI B11 Normas de seguridad de máquinas</b>	Es una norma se enfoca en la seguridad de maquinaria, estableciendo parámetros y directrices para imponer requisitos de seguridad en la configuración, mantenimiento, construcción y operación de equipos en micro y macroempresas, tanto en áreas urbanas como rurales.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Tabla 11.**

*Marco legal colombiano*

<b>Norma</b>	<b>Relevancia</b>
<b>Ley 9 de 1979</b>	Establece normas tendientes a prevenir todo daño para la salud de las personas derivado de las condiciones de trabajo, proteger a la persona contra los riesgos relacionados con agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, y promover el bienestar físico, mental y social de los trabajadores.
<b>Resolución 2400 de 1979</b>	Establece disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo en Colombia <sup>1</sup> . Cubre una amplia gama de temas, incluyendo obligaciones de empleadores y trabajadores, normas sobre riesgos físicos, químicos y biológicos, ropa de trabajo, equipos y elementos de protección, prevención y extinción de incendios, manejo de explosivos, máquinas, equipos y herramientas, manejo y transporte de materiales, e instalaciones

	industriales.
<b>Decreto 1295 de 1994</b>	Establece el Sistema General de Riesgos Profesionales (SGRP) y regula las disposiciones relacionadas con la seguridad social en riesgos laborales.
<b>Resolución No 1401 de 2007</b>	Establece requisitos mínimos para investigar incidentes y accidentes laborales, con el fin de identificar causas y tomar medidas correctivas para eliminar o reducir los riesgos y prevenir su repetición.
<b>Resolución 2646 de 2008</b>	Establece disposiciones y responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo de la exposición a riesgos psicosociales en el trabajo, así como para determinar el origen de las enfermedades causadas por el estrés ocupacional (Secretaría Distrital de Salud).
<b>Ley 1562 de 2012</b>	Normativa que modificó y adicionó disposiciones al Sistema de Riesgos Laborales, con el objetivo de fortalecer la prevención de accidentes y enfermedades laborales, así como mejorar la atención y rehabilitación de los trabajadores afectados.
<b>Decreto número 1072 de 2015</b>	Este decreto reglamenta la Ley 1562 de 2012 y establece las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
<b>Resolución 0312 de 2019</b>	Establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para empleadores y contratantes en Colombia. Estos estándares cubren responsabilidades, directrices de diseño e implementación del SG-SST, y se aplican a empresas de diferentes tamaños.
<b>NTC 5655</b>	Establece principios básicos de diseño ergonómico en áreas laborales, considerando aspectos humanos, técnicos y sociales para garantizar eficiencia y seguridad del trabajador. Estos principios están alineados con normas ISO internacionales, lo que contribuye a una mayor tecnificación y productividad en el sector agroindustrial.
<b>NTC 4115</b>	Establece las pautas para los exámenes médicos en el ámbito laboral en Colombia. Esto incluye exámenes de ingreso, periódicos, post-incapacidad, de cambio de trabajo, de jubilación y ciertos exámenes especiales. Su objetivo es garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, y se alinea con las evaluaciones médicas ocupacionales de la norma internacional ISO 9000.
<b>NTC 5693-1</b>	Establece límites para la manipulación manual de objetos pesados. Al proporcionar directrices sobre la intensidad, frecuencia y duración de las tareas de levantamiento y transporte, ayuda a

---

	prevenir lesiones y garantizar el bienestar de los trabajadores. Además, su aplicación no se limita a una jornada laboral estándar, sino que también considera períodos de trabajo más largos, lo que amplía su relevancia en diversos contextos laborales.
<b>NTC 5693-3</b>	“Establece las recomendaciones ergonómicas para tareas de trabajo repetitivas que involucran la manipulación manual de cargas livianas a alta frecuencia” (Icontec).
<b>NTC 5693-2</b>	Establece directrices fundamentales para los límites recomendados en actividades de empuje y halar con todo el cuerpo. Su propósito es proporcionar orientación específica en la evaluación de factores de riesgo asociados con estas tareas manuales, permitiendo así una evaluación más precisa de los posibles riesgos para la salud de la población trabajadora.
<b>Ley de Protección de Datos Personales o Ley 1581 de 2012</b>	Reconoce y protege el derecho que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, con el fin de garantizar el adecuado uso y tratamiento de estos datos por entidades privadas o públicas.
<b>Ley 1915 del 12 de julio de 2018</b>	Establece disposiciones relacionadas con el derecho de autor y derechos conexos en Colombia, con esta se busca proteger la propiedad intelectual y garantizar los derechos de los creadores, incluyendo el ámbito del software. “Además, promueve la citación y protección de la información expuesta dentro de un programa de software” (Función Pública, s.f.)

---

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

## Marco Metodológico

### ***Paradigma:***

El paradigma adoptado para el estudio "Diseño de un prototipo de aplicación móvil para prevenir riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola" es el pragmático, siguiendo la orientación de Creswell (2014). Este enfoque se centra en los problemas reales de la práctica y busca aplicar los conocimientos para resolver dichos problemas. Destaca por su flexibilidad y enfoque orientado a la acción, lo que permite utilizar una variedad de métodos y técnicas de investigación para lograr los objetivos del estudio (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

En este caso, se contempla la posibilidad de emplear métodos cuantitativos para identificar y medir los riesgos laborales y diversidad de técnicas (observación directa y encuestas). La flexibilidad inherente a este enfoque permite abordar el problema desde diversas perspectivas, lo cual es indispensable para diseñar soluciones prácticas y efectivas.

### ***Enfoque:***

Este estudio se adhiere a un enfoque cuantitativo basado en la metodología propuesta por Sampieri et al. (2014). Este enfoque implica la recolección, análisis sistemático y objetivo de datos cuantitativos. Se justifica esta elección debido a la naturaleza del proyecto, que se centra en el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola de la Vereda Sucre, Municipio de Mutiscua.

### **Fases de la investigación:**

A continuación, se describen las etapas en las cuales fue desarrollado el proyecto de investigación, considerando la metodología propuesta por Mantilla et al. (2014):

## Fase 1: Análisis

### Parte 1: Identificación de principales riesgos laborales asociados a ergonomía del sector agrícola mediante la técnica de observación.

- a) Se comenzó localizando la Vereda antes de las visitas previas. Para ello, se siguió un procedimiento detallado:

**Tabla 12.**

#### *Pasos para geolocalizar la Vereda*

<b>Pasos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Búsqueda y Descarga de Información Cartográfica Nacional</b>	Se inició con la búsqueda y descarga de datos cartográficos nacionales. Para ello, se utilizó el geovisor de datos abiertos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Puede acceder al geovisor en la siguiente dirección: IGAC Geovisor de Datos Abiertos o link <a href="https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia">https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia</a>
<b>Descarga de Límites Administrativos de Colombia</b>	A través del geovisor, se descargaron los límites administrativos de Colombia, que incluyen los límites departamentales, municipales y veredales.
<b>Formato Shapefile y Uso de QGIS</b>	Los archivos descargados estaban en formato shapefile, un estándar de Esri para datos geospaciales. Para visualizar y diseñar mapas, se empleó el software SIG (Sistema de Información Geográfica) de licencia libre llamado QGIS.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

- b) Posteriormente, se realizaron visitas a los predios pertenecientes a ASOSUCRE (Fuente de datos confiable sobre predios en la vereda). El objetivo de estas visitas fue informar sobre el proceso de investigación, solicitar colaboración y la recolección de información sobre la cosecha y postcosecha de hortalizas; así como, para la definición de la población y muestra, esto mediante una encuesta diseñada específicamente para este fin (Ver encuesta aplicada en Anexo 1 y sus resultados detallados en Anexo 2). En total, se encuestaron 63 personas, cada una en un predio diferente. (Para más detalles sobre los

predios visitados y el procedimiento realizado para su geolocalización, se puede consultar la imagen 3 y tabla correspondiente 13).

**Tabla 13.**

*Pasos para geolocalizar predios encuestados y/o en seguimiento*

<b>Pasos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Descarga de la Aplicación Móvil GPS Essentials</b>	Se descargó la aplicación móvil GPS Essentials, la cual se utilizó para capturar las coordenadas geográficas y la altitud sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) de cada uno de los predios de los propietarios encuestados.
<b>Registro de Coordenadas y Altura</b>	Mediante la aplicación, se guardaron las coordenadas y la altitud en un solo archivo con geometría de punto.
<b>Visualización en QGIS</b>	Posteriormente, se importó este archivo al programa QGIS para su representación espacial en el territorio. De esta manera, se logró visualizar la ubicación precisa de los propietarios encuestados en el mapa.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

- c) Con el fin de caracterizar la población trabajadora y detectar riesgos ergonómicos en los predios afiliados, se realizó una segunda visita a cada uno de ellos. Durante estas visitas, se aplicó una lista de verificación desarrollada a partir de los resultados de la encuesta inicial (Ver Anexo 3. Lista de Comprobación Ergonómica). Se visitaron 20 predios en total (Ver predios visitados en figura 11). Posteriormente, se sistematizó la información, ordenándola y tabulándola en un archivo Excel para generar gráficos y realizar un análisis estadístico univariado (Ver resultados de este análisis en el Anexo 5. Tabulación Lista de Comprobación Ergonómica).
- d) Con base en los riesgos comunes identificados en todos los predios (prioritarios) y las evidencias fotográficas obtenidas, se llevó a cabo la identificación, evaluación y

valoración de riesgos. Este proceso se fundamentó en los lineamientos de la GTC-45 (Ver Anexo 6), exceptuando los criterios para establecer consecuencias y medidas de intervención, que se aborda en el aplicativo móvil. Cada peligro identificado fue evaluado cuantitativamente, y en base a ello, se realizó una tabulación para generalizar los riesgos presentes en la cosecha y postcosecha de hortalizas.

- e) Por último, se sintetiza la información a través de la herramienta visual “diagrama causa-efecto,” el cual expone las causas raíz del problema observado.

### **Parte 2: Definición de herramientas y recursos del aplicativo**

Se establecen los fundamentos teóricos y metodológicos para el desarrollo de la aplicación móvil, siguiendo los lineamientos de la GTC-45 para la prevención de riesgos. Luego, se propone el contenido concreto y las funcionalidades de la aplicación, delineando las herramientas específicas que ofrece a los usuarios sobre seguridad laboral y buenas prácticas agrícolas.

### **Parte 3: Definición de requerimientos**

#### *Análisis de sistemas y requisitos*

Descripción del tipo de software:

Tras el análisis efectuado y en consonancia con las necesidades identificadas en la comunidad objetivo, se propone la concepción, desarrollo e implementación de una aplicación móvil destinada a dispositivos Android. Esta aplicación se diseñará para operar de manera semiconectada, tomando en consideración que la mayoría de los agricultores en la vereda Sucre, perteneciente al Municipio de Mutiscua, poseen dispositivos Android, ya sean teléfonos móviles o tabletas. Además, se contempla la realidad de que en algunos de estos lugares la conectividad a Internet es ocasionalmente intermitente o incluso inexistente.

Con el objetivo de salvaguardar la información recopilada a través de esta herramienta, se propone la implementación de un sistema que almacene todos los datos en una base de datos en la nube.

#### Requisitos específicos:

En esta sección se detallan los requisitos, ya sean funcionales o no funcionales, que la aplicación móvil debe satisfacer. Todos estos criterios son fundamentales para asegurar la aceptabilidad del sistema durante su fase final de pruebas y su posterior implementación en producción.

#### Requisitos funcionales:

Los requisitos funcionales establecen las características y funciones necesarias para que la aplicación móvil permita a los usuarios llevar a cabo actividades alineadas con el objetivo principal.

#### *Requisitos no funcionales.*

Los requisitos no funcionales engloban las características que garantizan el correcto desempeño de la aplicación sin afectar sus funcionalidades. En síntesis, estos requisitos no implican interacción directa con las actividades del usuario, pero establecen características esenciales para el adecuado funcionamiento de la aplicación.

## **Fase 2. Diseño**

El proyecto de investigación se centra en el diseño de una aplicación móvil destinada al sector agrícola de la Vereda Sucre, ubicada en el municipio de Mutiscua. Esta aplicación tiene como objetivo principal prevenir riesgos asociadas a la ergonomía en las actividades agrícolas, priorizando la salud de la comunidad.

La aplicación se gestionará siguiendo prácticas de desarrollo ágiles, lo que permitirá una

administración más flexible y eficaz del proyecto. Este enfoque tiene el propósito de reducir costos y aumentar la productividad, asegurando una mayor capacidad de adaptación a las necesidades cambiantes del sector agrícola. En resumen, la combinación de buenas prácticas, el ciclo de vida del desarrollo de software y metodologías ágiles constituirá un marco sólido para el desarrollo exitoso de la aplicación, proporcionando soluciones efectivas y beneficios tangibles para la comunidad agrícola en la Vereda Sucre.

En esta fase, se emplearán herramientas fundamentales que servirán como base para el inicio del desarrollo del aplicativo. Este proceso implica la identificación y especificación de las principales funcionalidades y requerimientos a cumplir. A continuación, se detallan dichas herramientas a implementar:

**Diagramas UML:** Permiten obtener un diseño visual del funcionamiento de la aplicación para prevención de riesgos asociados a la ergonomía en el sector agrícola, abarcando requerimientos funcionales que se enfocan en las actividades que desarrollará el usuario, hasta en la estructura interna que permita el correcto funcionamiento del aplicativo.

**Diagrama de casos de uso:** Es una representación visual que identifica y describe las interacciones entre los actores (usuarios) y las principales funcionalidades de la aplicación.

### **Fase 3. Desarrollo**

#### **Parte 1: Elaboración de herramientas e información educativa**

En base a los requerimientos establecidos se diseña las distintas herramientas y guías necesarias para proporcionar información a los agricultores, considerando un lenguaje sencillo y la revisión de bibliografía que evidencia el alto índice de desconocimiento en este sector.

## **Parte 2: Aplicativo móvil**

El desarrollo de la aplicación móvil se llevará a cabo siguiendo una estructura planificada y progresiva. Inicialmente, se dará inicio con la creación de un prototipo no funcional, utilizando mockups que visualmente representen las características clave de la aplicación. Este prototipo actuará como una herramienta visual guía, proporcionando una referencia clara durante todo el proceso de desarrollo.

Una vez completado este primer paso, se iniciará con el desarrollo del aplicativo, comenzando por la construcción de la estructura de la base de datos. Este componente es esencial, ya que sienta las bases para el almacenamiento y gestión eficiente de la información. Posteriormente, continúa el desarrollo de las funcionalidades identificadas durante la fase de diseño para el pleno funcionamiento de la aplicación, asegurándonos de cumplir con los requisitos y expectativas establecidos.

Al concluir la fase de desarrollo, se llevará a cabo una definición detallada de las características técnicas de la aplicación. Este proceso implica especificar aspectos clave, como compatibilidad de plataforma, integración de servicios externos, optimización de rendimiento y cualquier otro detalle técnico relevante. La meta es garantizar que la aplicación opere de manera fluida y eficiente en una variedad de dispositivos, brindando una experiencia óptima a los usuarios.

Este enfoque estructurado y paso a paso no solo permite una gestión más efectiva del desarrollo, sino que también asegura la coherencia y calidad en cada etapa del proceso. Garantizando así lograr un producto final robusto y satisfactorio tanto en términos de funcionalidad como de rendimiento.

Las tecnologías empleadas para el cumplimiento de la fase desarrollo se detallan a continuación:

**Plataforma de desarrollo:**

*Flutter Flow* – plataforma de desarrollo no-code que permite llevar a cabo proyectos de creación de aplicaciones móviles para diversos sistemas operativos como Android o IOS.

Ofreciendo una gran variedad de funcionalidades y la posibilidad de trabajar en su código fuente para desarrollar diferentes aplicaciones totalmente funcionales entre las que destacan aplicaciones del sector educativo, tecnológico, bancario, etc.

**Base de datos:**

*Firebase* - es una plataforma de base de datos desarrollada por Google y alojada en la nube, proporciona un nivel elevado de seguridad para la información almacenada. Ofrece un servicio de autenticación robusto con compatibilidad para diversas identidades, como cuentas de Google, Facebook o correo electrónico. Al llevar a cabo todas sus funciones en la nube, *Firebase* se presenta como un valioso complemento al trabajar con la plataforma *FlutterFlow*.

**Fase 4. Pruebas de funcionamiento**

Las pruebas de software constituyen una herramienta fundamental en el proceso de desarrollo de cualquier aplicación. Su propósito es asegurar el correcto funcionamiento del aplicativo en producción. Esta herramienta desempeña un papel crucial al reducir significativamente la ocurrencia de errores, y en caso de que alguno se presente, brinda la oportunidad de realizar las modificaciones pertinentes.

En esta etapa, se procederá a identificar los módulos que integran la aplicación móvil, considerando los requisitos funcionales y no funcionales definidos en el diseño. Se llevará a cabo una secuenciación clara con el propósito de crear herramientas para la aplicación de pruebas

desde el ámbito de desarrollo, y directamente con los usuarios para recoger el *feedback* correspondiente.

**Tabla 14.**

*Identificación de módulos del proyecto*

<b>Modulo</b>	<b>Funcionalidades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Login</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingreso de usuario y contraseña del usuario.</li> <li>2. Validar que la información es correcta y permitir el ingreso al inicio de la aplicación.</li> </ol>	En este módulo el usuario podrá loguearse para acceder a las diferentes funcionalidades del aplicativo
<b>Registro de usuarios</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registrar información de usuario y contraseña.</li> <li>2. Validar que el usuario no se encuentra registrado en base de datos.</li> </ol>	Este módulo permite crear un nuevo usuario en el aplicativo para luego ingresar a las funcionalidades de este.
<b>Editar información de perfil de usuario</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muestra en pantalla la información del perfil de usuario.</li> <li>2. Permite al usuario cambiar la información del usuario como contraseña o nombre</li> </ol>	El usuario puede actualizar su información ingresando al módulo.
<b>Dashboard</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presenta la información de inicio de manera estructurada.</li> </ol>	El usuario puede hacer uso del dashboard para acceder a las diferentes funcionalidades de este.
<b>Cuestionario de identificación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Cuenta con formulario de registro de información general del encuestado.</li> <li>3. Permite dar respuesta a las diferentes preguntas planteadas en el cuestionario.</li> <li>4. Muestra en pantalla las diferentes recomendaciones dadas al usuario según sus respuestas al cuestionario</li> </ol>	Funcionalidad que permite al usuario acceder a un formulario de identificación de riesgos con el fin de realizar una evaluación de los mismo y entregar un reporte de los cuidados o recomendaciones que debe tener en cuenta.

<b>Historial de cuestionarios de identificación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lista de cuestionarios respondidos por el usuario durante el uso del aplicativo.</li> <li>2. Acceder a la información de respuestas dadas y recomendaciones.</li> </ol>	Permite al usuario consultar un historial de todos los cuestionarios a los que ha dado respuesta.
<b>Calculadora ergonómica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registrar los datos de medidas del agricultor</li> <li>2. Ejecutar la formula correspondiente para mostrar información de las medidas recomendadas al usuario</li> <li>3. Mostrar recomendaciones generales sobre el uso de herramientas para su trabajo</li> </ol>	Facilita el cálculo de las medidas apropiadas de la herramienta para los trabajadores del sector agrícola, además de proporcionar recomendaciones pertinentes.
<b>Registro de recursos adicionales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite al usuario administrador acceder a actualizar el registro de recursos adicionales en base de datos.</li> </ol>	Facilita la actualización de información reciente para los recursos adicionales.
<b>Consulta de recursos adicionales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario accede al módulo de consulta de recursos adicionales.</li> <li>2. La información se encuentra organizada y es fácil acceder a la misma</li> </ol>	Modulo que permite al usuario acceder a información complementaría sobre la ergonomía en el sector agrícola.
<b>Terminar sesión de usuario</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario puede terminar su sesión</li> </ol>	Permite al usuario salir del sistema cuando así lo desee

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Finalmente, en esta fase, se lleva a cabo un análisis exhaustivo tanto del entorno externo como interno. Este análisis proporciona una visión integral de los factores que influyen en el éxito y la eficacia de la aplicación desarrollada. Al examinar el contexto externo, se identifican oportunidades y amenazas que pueden impactar en la adopción y el rendimiento del aplicativo en el mercado. Por otro lado, al explorar el entorno interno, se destacan las fortalezas y debilidades de la aplicación, así como los recursos disponibles para su mantenimiento y mejora continua.

Además, como parte fundamental de esta fase, se define con precisión el perfil del usuario ideal, conocido como el buyer persona. Este perfil detallado se crea a partir de datos demográficos, comportamientos, necesidades y objetivos de los usuarios finales. Entender a quién está dirigido el aplicativo es esencial para personalizar la experiencia del usuario, garantizando que la aplicación satisfaga sus necesidades de manera efectiva.

### **Fase 5. Entrega y mantenimiento aplicación**

En la fase culminante del proyecto, etapa de crucial importancia para la realización integral de lo establecido en las fases anteriores, es importante considerar detenidamente los siguientes aspectos.

Al finalizar el proceso de desarrollo de la aplicación, se procederá a la generación del archivo de instalación del aplicativo móvil, facilitando así a cualquier usuario agricultor la descarga e instalación de la herramienta tecnológica. Acompañando este paso, se llevará a cabo el diseño y entrega del manual de usuario, detallando de manera precisa el adecuado manejo de todas las funcionalidades. Garantizando así el éxito en la implementación del aplicativo en la comunidad agrícola.

Como último componente de esta fase, se creará un plan de mantenimiento y actualización del aplicativo móvil. Este plan no solo tiene la responsabilidad de asegurar un óptimo funcionamiento de la aplicación, sino también de gestionar una actualización constante de todas las funcionalidades. El propósito es dirigir estos esfuerzos hacia el mejoramiento continuo de la calidad de vida de los agricultores, brindándoles herramientas tecnológicas que impacten positivamente en su salud y bienestar laboral.

#### ***Población, muestra y muestreo:***

En la metodología de investigación de Sampieri et al. (2014), la "población" se refiere al

conjunto completo de elementos que comparten una característica específica y son objeto de estudio, mientras que la "muestra" representa una porción representativa de esta población. En este estudio:

**Población:** La población en estudio son los agricultores en la Vereda Sucre, específicamente, 20 de las 63 predios encuestados y afiliados al servicio de ministro de riego, según datos de "ASOSUCRE".

**Criterios de inclusión:**

- Predios dedicados al cultivo de hortalizas.
- Propietarios o responsables de predios que acepten participar en la investigación.

**Criterios de exclusión:**

- Predios dedicados a cualquier otra actividad agrícola no asociada al cultivo de hortalizas.

*Nota.* Los criterios mencionados son identificados a través de encuesta aplicada (Ver en resultados).

**Muestra:** Dado que la población total es relativamente pequeña y con el objetivo de lograr una mayor representatividad en los resultados, la metodología utilizada en la investigación consistió en realizar una visita de inspección a cada uno de los 20 predios registrados en la asociación que cumplieran con los requisitos de inclusión.

**Muestreo:** En cuanto al muestreo, dada la naturaleza específica del estudio, se aplicó un muestreo no probabilístico intencional o de conveniencia. Este tipo de muestreo se utiliza cuando las unidades de estudio se seleccionan con un propósito específico en mente y no al azar (Otzen & Manterola, 2017). Este método resulta útil cuando se necesita investigar un fenómeno específico presente en un grupo particular.

### ***Técnica de recolección de datos:***

Las técnicas de recolección de datos desempeñan un papel fundamental en la investigación, proporcionando herramientas metodológicas diseñadas para obtener información precisa y detallada. Estas técnicas permiten a los investigadores obtener datos significativos que respaldan sus objetivos de investigación. En el marco de este proyecto, se han aplicado dos técnicas principales:

- **Encuesta:** Esta técnica se centra en la recopilación de “datos de varias personas cuyas opiniones impersonales son de interés para el investigador” (Sampieri et al., 1996 como cito Universidad San Marcos). A diferencia de la entrevista, la encuesta utiliza un conjunto de preguntas entregadas a una muestra representativa de la población, con la intención de que estas sean respondidas por escrito (Universidad San Marcos).
- **Observación:** Según Sampieri et al. (1996, citado por Universidad San Marcos), la observación es una técnica que implica prestar atención detenida a fenómenos, hechos o casos con el propósito de recopilar información para un análisis posterior. En el proceso de investigación, la observación se convierte en un elemento esencial que permite al investigador recopilar datos de manera exhaustiva. Se emplean recursos auxiliares, como fichas, registros anecdóticos, grabaciones, fotografías, listas de verificación de datos y escalas, para enriquecer este proceso. La observación directa, en particular, implica el contacto personal del investigador con el fenómeno investigado (Gallardo, 1991 citado por Universidad San Marcos).

### ***Análisis de datos***

En este contexto, el análisis de datos se define como un proceso metódico y preciso mediante el cual se organizó y revisó la información recolectada de diversas fuentes. Se emplearon técnicas de codificación, tabulación y estadísticas para facilitar la interpretación de los datos, donde la presentación visual de los resultados, a través de gráficos y representaciones visuales, desempeñó un papel fundamental para comunicar de manera clara y efectiva los hallazgos.

Este enfoque analítico no se limitó únicamente a la fase de análisis de datos, sino que se integró de manera coherente a lo largo de todo el proyecto siguiendo una metodología consistente, garantizando así una interpretación completa y fundamentada de la información recopilada. Este proceso continuo de análisis contribuyó significativamente a extraer conclusiones sólidas que respaldaron los objetivos planteados en el proyecto.

## Desarrollo y resultados

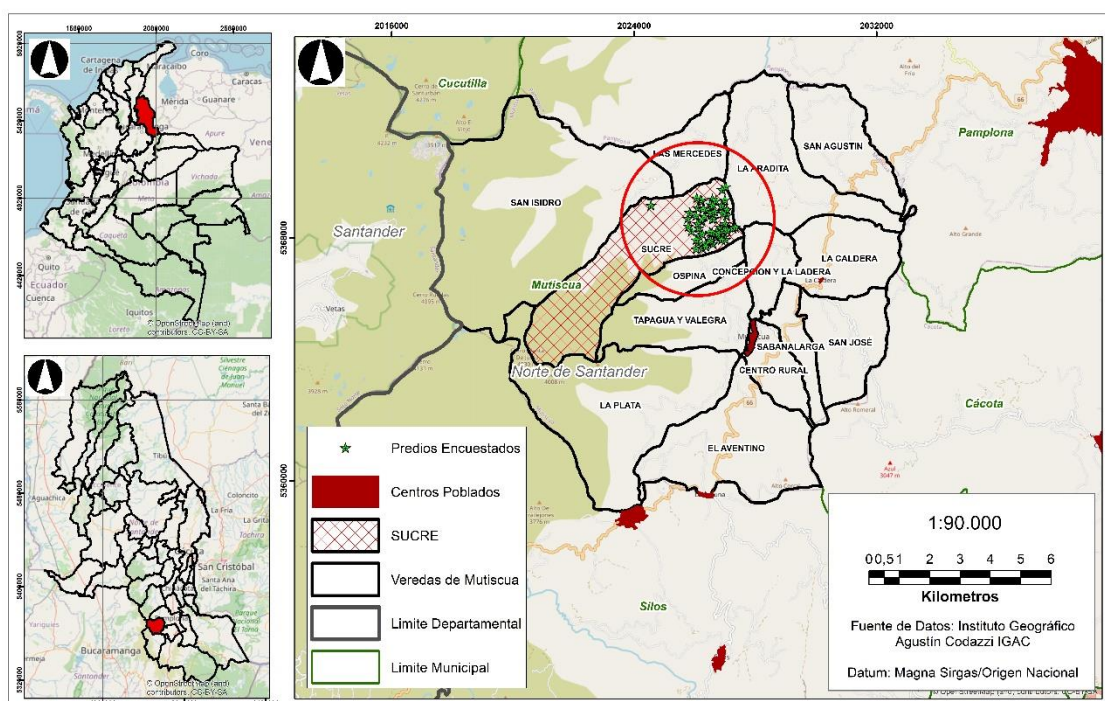
### Identificación de los factores de riesgo asociados a la ergonomía en la cosecha y postcosecha de hortalizas, desarrollados en los predios de la Vereda Sucre

#### Generalidades

#### Datos de la Vereda

Figura 2.

#### Localización de Vereda Sucre



*Nota.* Datos oficiales del IGAC para representar los límites administrativos de Colombia en un mapa mediante el uso de QGIS. *Fuente.* (Suarez, 2024)

La Vereda Sucre, con una extensión de 1641 ha, está ubicada en el Municipio de Mutiscua, perteneciente al departamento de Norte de Santander, Colombia. Sus límites geográficos son los siguientes: al norte limita con las Veredas Las Mercedes y San Isidro, al sur

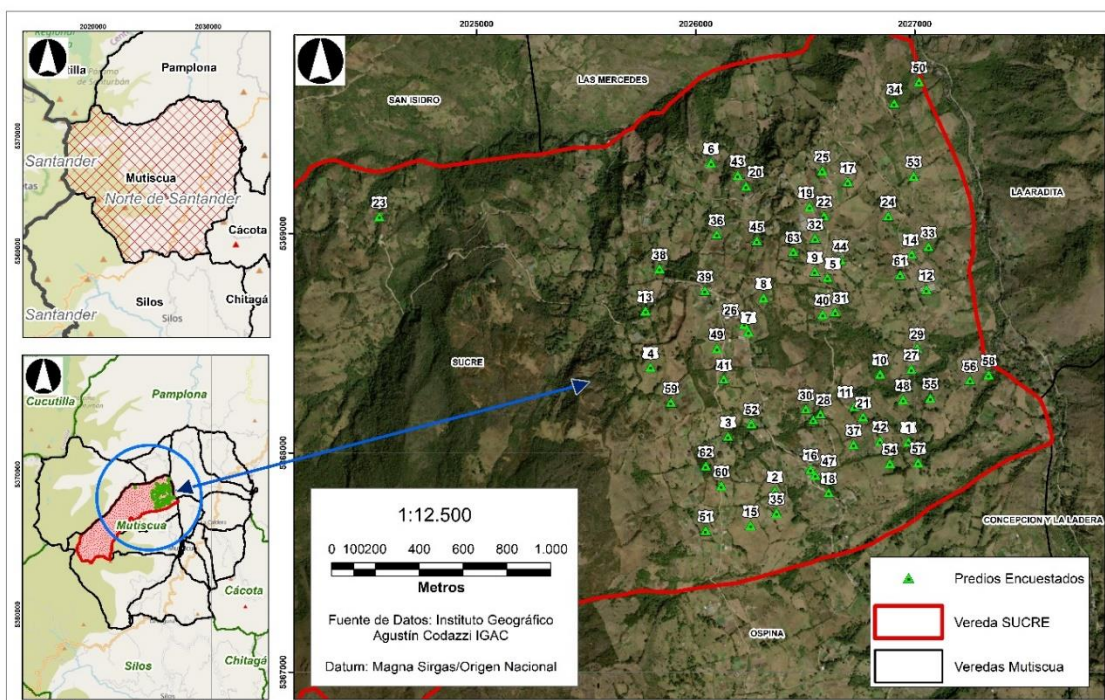
con la Vereda Ospina, al oriente con la Vereda La Aradita y Concepción y ladera, y al occidente con La Plata.

### **Economía y actividades predominantes**

La Vereda Sucre, exhibe una dinámica poblacional en la que la agricultura desempeña un papel fundamental. Según encuesta realizada a 63 propietarios o responsables de predios asociados a ASOSUCRE (Ver geolocalización en figura 3), se ha revelado que una considerable mayoría, el 69%, se dedica principalmente a la agricultura de cultivo y pone de manifiesto patrones claros en las preferencias agrícolas de la población entre ellas, las hortalizas, como los productos más cultivados que incluyen lechuga, repollo, coliflor, brócoli y apio españa, según el 63% de los encuestados.

### **Figura 3.**

*Geolocalización de predios encuestados*

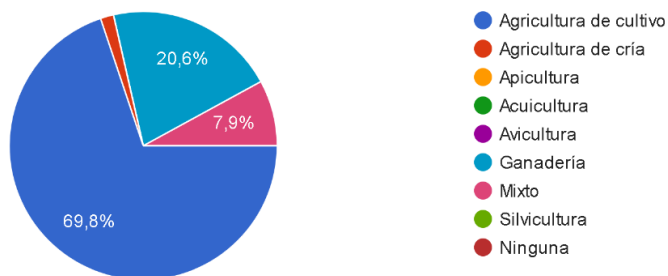


*Nota.* Datos oficiales del IGAC para representar los límites administrativos de Colombia en un mapa mediante el uso de QGIS. *Fuente.* (Suarez, 2024)

**Figura 4.***Tipo de actividad predominante*

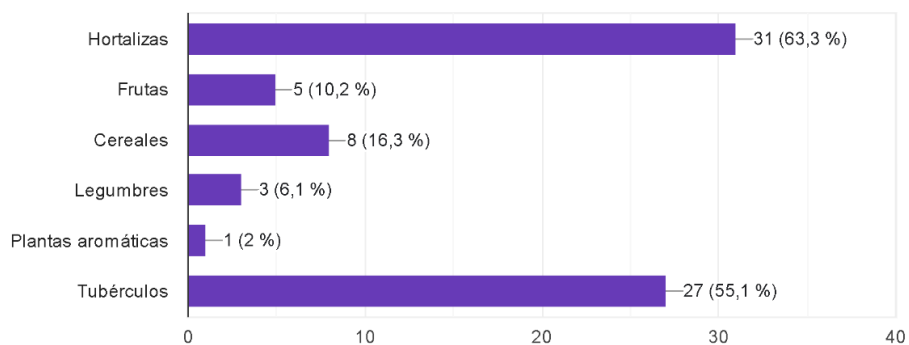
¿Qué tipo de actividad agrícola predomina en el predio?

63 respuestas

**Figura 5.***Producto agrícola cultivado*

Si su respuesta anterior corresponde a agricultura de cultivo, ¿Qué tipo de productos agrícolas cultiva?

49 respuestas



Lo expuesto destaca la importancia estratégica de las hortalizas en la vida agrícola de la vereda.

**Procesos**

El cultivo de hortalizas implica una serie de procesos esenciales, conocidos como labores o cuidados culturales, que se llevan a cabo después de la siembra. Estas labores, destinadas a optimizar el desarrollo de las hortalizas (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el

Delito, 2017), abarcan diversas actividades. En particular, se destacan el control de enfermedades, el manejo de plagas, la eliminación de malezas o deshierbe, el aporque, las podas, el riego, el manejo integral de plagas, así como la cosecha y postcosecha.

En el marco de este proyecto, el enfoque se ha centrado especialmente en las dos últimas etapas del ciclo de cultivo: la cosecha y la postcosecha. Estas fases finales son cruciales, ya que no solo determinan la calidad final de los productos, sino que también influyen en su vida útil y comercialización.

**Cosecha:** La cosecha se refiere al proceso de recolección de los productos agrícolas en el momento óptimo, cuando la planta ha alcanzado su máximo desarrollo y se encuentra en condiciones adecuadas para ser consumida o comercializada (Guzmán & García, 2020).

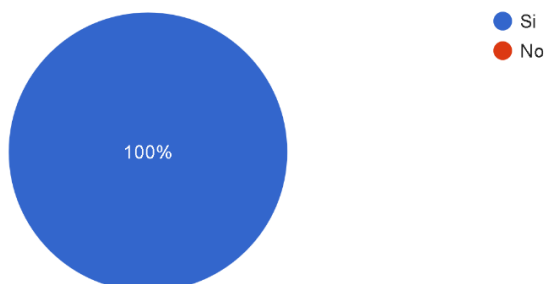
**Postcosecha:** La postcosecha engloba todas las actividades y procesos que tienen lugar después de la recolección de la planta o sus partes. Esto varía según la finalidad del producto, ya sea para consumo personal o para la comercialización, e incluye actividades como selección de la cosecha, clasificación, almacenamiento, empaque, transformación, transporte, entre otras (Guzmán & García, 2020).

Adicionalmente, se exploraron las características generales de este producto en la Vereda. Se analizaron los resultados de la encuesta previamente mencionada, en la cual los 31 encuestados que se dedican al cultivo de este producto indicaron realizar la cosecha y postcosecha de manera continua en un 100%. Además, estos procesos pueden variar según el tipo de hortaliza. Este hallazgo sugiere la flexibilidad en la ejecución de tareas, respaldada por el 90% de los encuestados, lo que destaca la diversidad de prácticas entre los agricultores de la Vereda.

**Figura 6.***Cosecha y postcosecha actividades realizadas de manera continua*

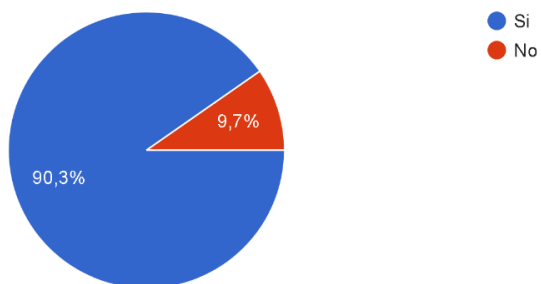
¿Consideras que las actividades de cosecha y postcosecha son realizadas de manera continuada (no existe una interrupción entre ambas)?

31 respuestas

**Figura 7.***Tareas de cosecha y postcosecha varían según la hortaliza*

¿Consideras que las tareas realizadas en la cosecha y postcosecha varían en función del tipo?

31 respuestas

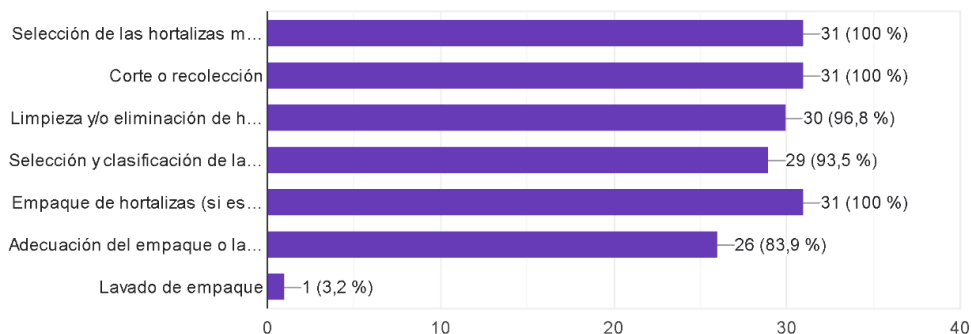


En cuanto a la **cosecha**, se destaca que el 100% de los encuestados realiza la selección de hortalizas maduras y sanas. Además, se llevan a cabo otras tareas como el corte y recolección de las hortalizas, la limpieza y eliminación de hojas, la selección y clasificación de las hortalizas, el empaque de las hortalizas, la adecuación del empaque y el lavado del empaque, aunque en un porcentaje menor.

**Figura 8.***Tareas realizadas en cosecha*

¿Cuáles son las principales tareas que realizas durante la cosecha de hortalizas? (Selecciona todas las que correspondan)

31 respuestas



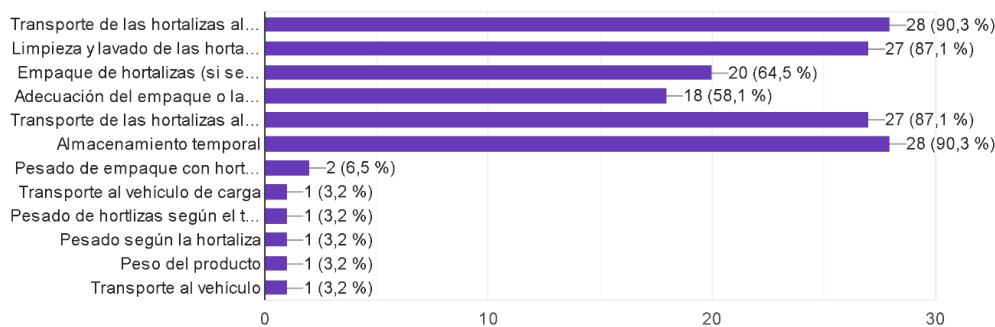
En lo que respecta a la **postcosecha**, se destacan tareas como el transporte de las hortalizas al lugar de limpieza y lavado (si se requiere), la limpieza y el lavado (si se requiere), el transporte de las hortalizas al lugar de almacenamiento y punto de acopio, y el almacenamiento temporal. Estas son las tareas con mayor porcentaje de realización en los predios.

### Figura 9.

#### *Tareas realizadas en postcosecha*

¿Cuáles son las principales tareas que realizas después de la cosecha de hortalizas? (Selecciona todas las que correspondan)

31 respuestas



La comprensión de las tareas asociadas a cada actividad destaca la variabilidad inherente a las prácticas agrícolas, que pueden diferir según el tipo de hortaliza, el predio o el agricultor,

según los resultados iniciales mediante la encuesta. Ante esta diversidad, resulta impracticable establecer una cronología fija.

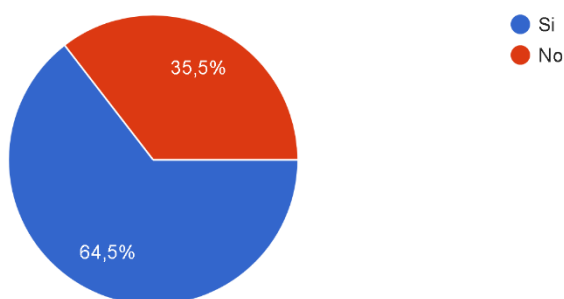
De acuerdo con los datos recopilados, se observó que el 64% de los encuestados se encuentra actualmente en la etapa de cosecha. Esta información fue proporcionada por los propietarios o encargados de la producción en sus propias tierras, quienes también contratan mano de obra si es necesario. Esto sugiere que asumen la responsabilidad de garantizar las condiciones adecuadas tanto para ellos mismos como para sus empleados durante el trabajo.

### Figura 10.

#### *Hortalizas en cosecha*

¿De las hortalizas que cultivas tiene alguna(s) para proceso de cosecha?

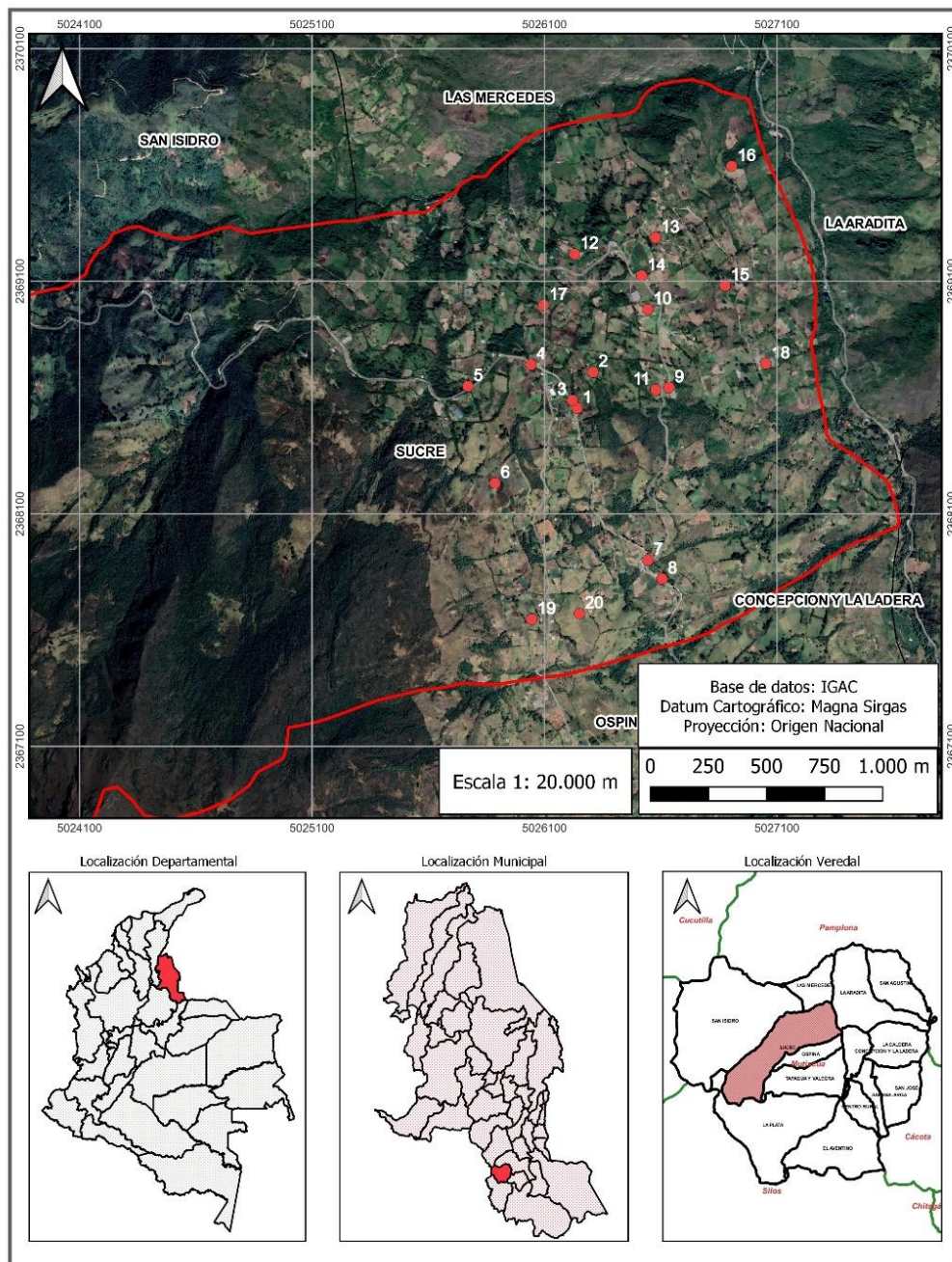
31 respuestas



Teniendo en cuenta lo anterior y la información recopilada durante las visitas a los predios (ver imágenes de predios visitados), se presentan los resultados que detallan los principales factores de riesgo asociados a la ergonomía en las etapas de cosecha y postcosecha de hortalizas. Asimismo, se aborda el planteamiento de requerimientos tecnológicos y funcionales del prototipo, el diseño, desarrollo, pruebas piloto y la creación de un manual de usuario.

**Figura 11.**

*Geolocalización de predios visitados*



*Nota.* Datos oficiales del IGAC para representar los límites administrativos de Colombia en un mapa mediante el uso de QGIS. *Fuente.* (Suarez, 2024).

**Tabla 15.***Localización de predios visitados*

<b>IDENTIFICADOR</b>	<b>PREDIO</b>	<b>ALTURA msnm</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>
1	La Estrella	2787	72° 45' 43,753" W	7° 20' 7,289" N
2	La Estrella	2749	72° 45' 41,507" W	7° 20' 12,347" N
3	El Llanito	2795	72° 45' 44,411" W	7° 20' 8,410" N
4	Las Tiendas	2804	72° 45' 50,228" W	7° 20' 13,378" N
5	El Cerezo	2815	72° 45' 59,076" W	7° 20' 10,383" N
6	Las Zanjas	2916	72° 45' 55,282" W	7° 19' 56,795" N
7	El Eden	2734	72° 45' 33,826" W	7° 19' 46,008" N
8	La Pasión	2725	72° 45' 31,815" W	7° 19' 43,391" N
9	Llanogrande	2636	72° 45' 30,845" W	7° 20' 10,188" N
10	Llanogrande	2648	72° 45' 33,836" W	7° 20' 21,131" N
11	La Aguadita	2659	72° 45' 32,706" W	7° 20' 9,863" N
12	El Curo	2616	72° 45' 44,104" W	7° 20' 28,905" N
13	Llanogrande	2614	72° 45' 32,738" W	7° 20' 31,183" N
14	Villa Maria	2655	72° 45' 34,681" W	7° 20' 25,850" N
15	La Cebada	2547	72° 45' 22,955" W	7° 20' 24,456" N
16	La Garita	2410	72° 45' 22,034" W	7° 20' 41,179" N
17	Arrayan Potrerito	2705	72° 45' 48,465" W	7° 20' 21,731" N
18	La Cebada	2466	72° 45' 17,242" W	7° 20' 13,519" N
19	La Llanada	2912	72° 45' 50,139" W	7° 19' 37,735" N
20	El Tanque	2854	72° 45' 43,450" W	7° 19' 38,512" N

*Nota.* Datos oficiales del IGAC para representar los límites administrativos de Colombia en un mapa mediante el uso de QGIS. *Fuente.* (Suarez, 2024)

***Caracterización e identificación de riesgos***

Se aplica lista de verificación - LCE (Ver anexo 2) a la población que cumple con los requisitos de selección. Esto se realiza mediante la observación directa en cada uno de los predios de la Vereda, con una duración total aproximada de 44 horas (siendo variable en función de la cantidad de recolección realizada por finca). A continuación, se presenta la toma de tiempo:

**Tabla 16.***Registro de tiempo*

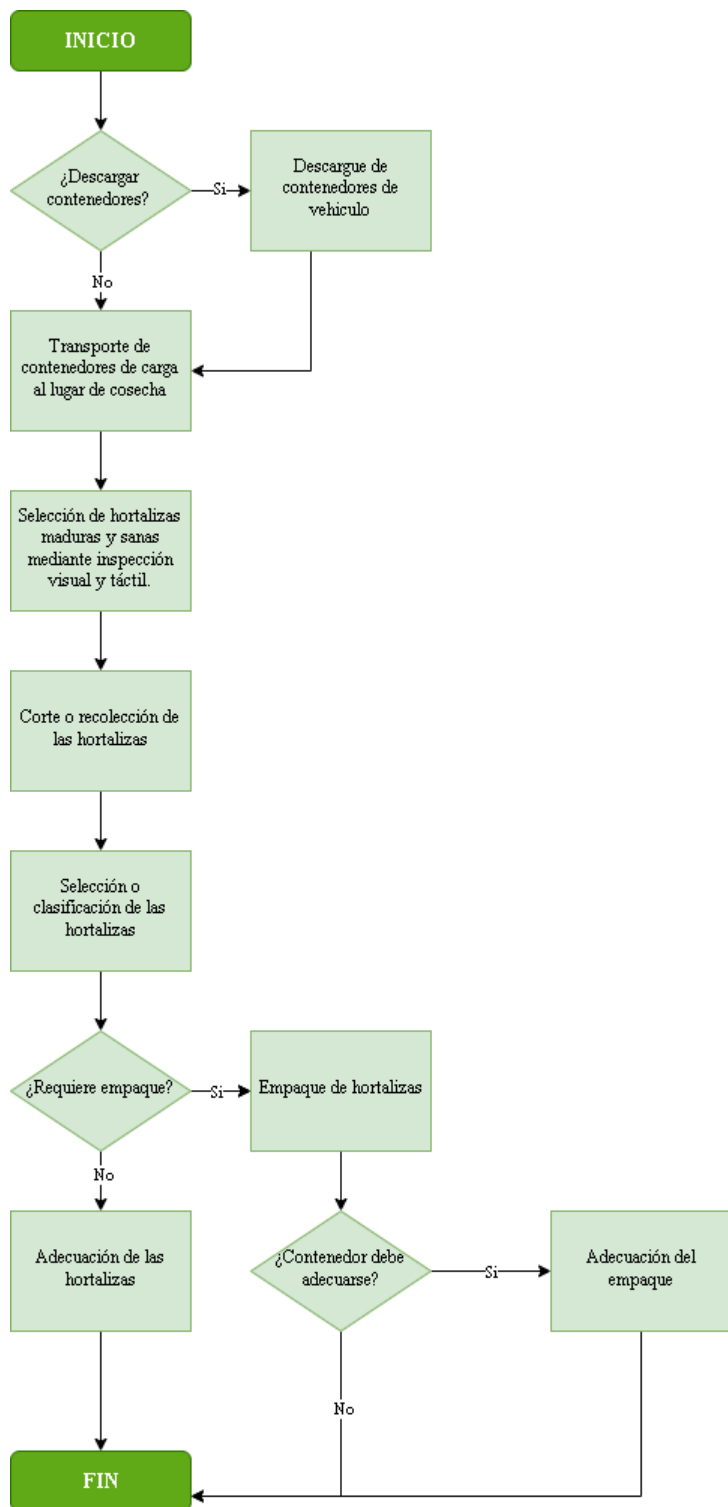
Nombre Del Predio	Tiempo Estimado De Observación	
	Hora	Minutos
La Estrella	1	0
La Estrella	1	0
El Llanito	1	30
Las Tiendas	4	30
El Cerezo	2	0
Las Zanjas	1	0
El Eden	3	0
La Pasión	3	0
Llanogrande	0	30
Llanogrande	4	0
La Aguadita	2	30
El Curo	1	0
Llanogrande	3	0
Villa Maria	3	0
La Cebada	1	30
La Garita	2	30
Arrayan Potrerito	4	30
La Cebada	0	45
La Llanada	3	0
El Tanque	1	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>4,25</b>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Adicionalmente, se identificaron con mayor precisión las diversas actividades realizadas en la cosecha y postcosecha de hortalizas (ver Figuras 12 y 13).

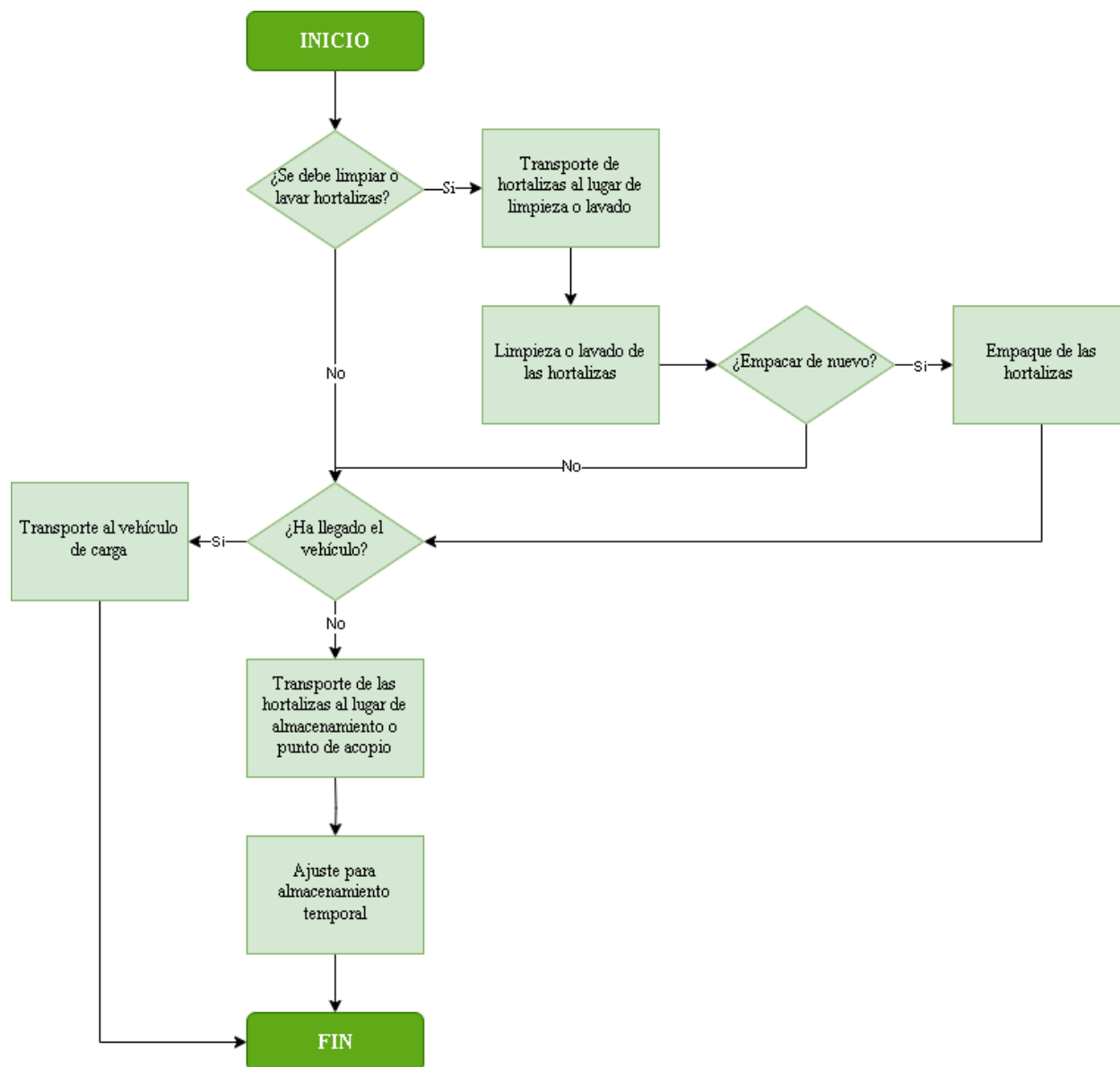
**Figura 12.**

*Proceso de cosecha de hortalizas*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Figura 13.

*Proceso postcosecha de hortalizas*

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Por consiguiente, para los propósitos del proyecto, se establece que la fase de cosecha comprende desde la selección de las hortalizas hasta su empaque, incluyendo la adecuación de

este o de las hortalizas. Todas las actividades posteriores se consideran parte de la postcosecha, como se ilustra en la figura 13.

Efectuado el seguimiento se constata la presencia de 7 factores de riesgo, de los cuales 3 están asociados a la carga de trabajo y 4 a factores ambientales. Estos últimos dependen de aspectos como el horario laboral, los equipos implementados y las herramientas utilizadas.

### **Factores asociados a carga de trabajo**

#### **Manipulación manual de cargas**

La manipulación manual de cargas se manifiesta de manera generalizada en todos los predios analizados, sin importar el tipo de hortaliza o la tarea específica.

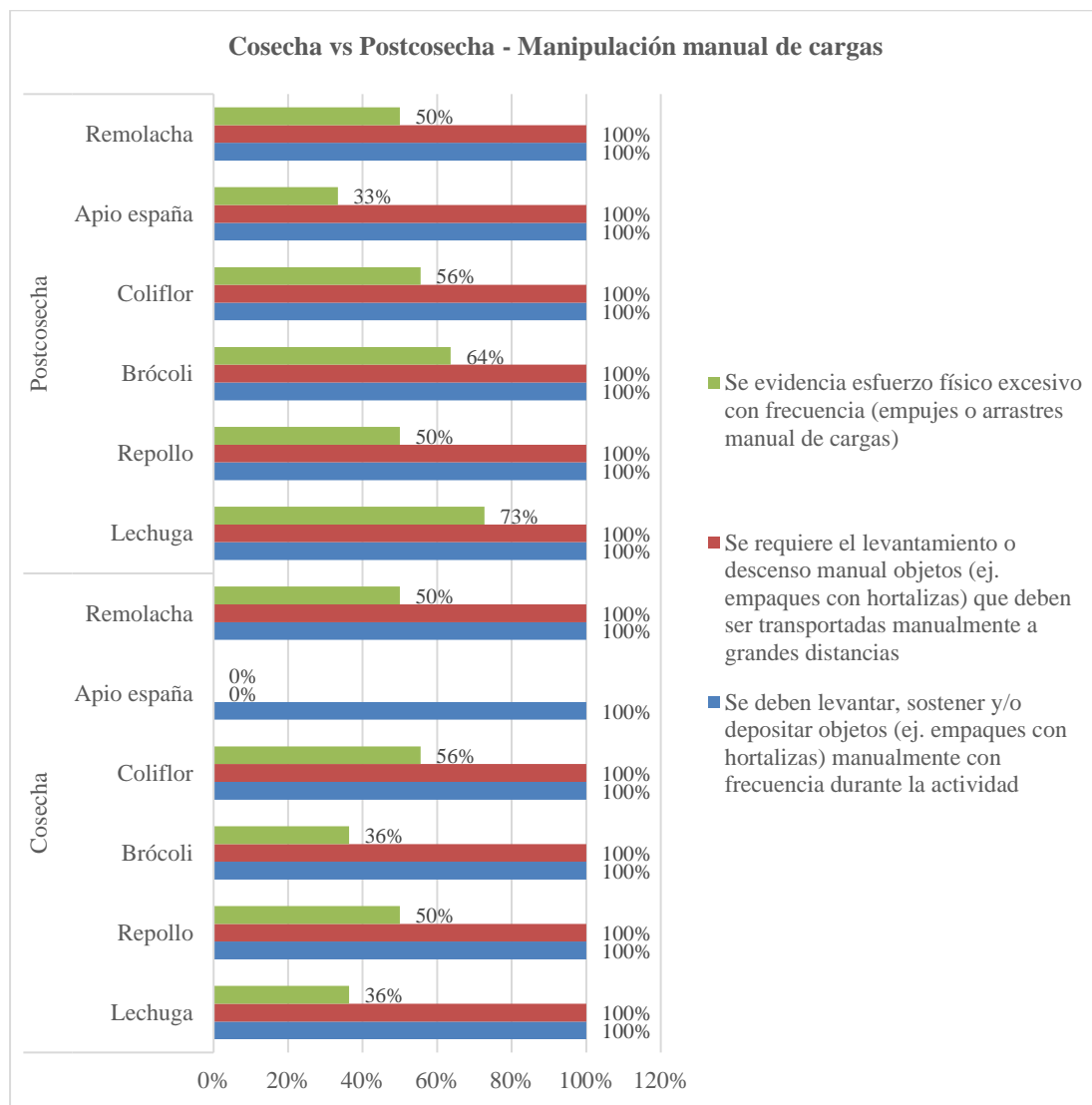
#### **Figura 14.**

*Manipulación manual de cargas (MMC)*



*Nota.* Las imágenes mostradas son propiedad de los agricultores de la Vereda Sucre quienes han autorizado su utilización con fines académicos por parte de la institución. *Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024).

Este proceso, inherente al uso de contenedores y empaques, implica acciones como levantar, sostener, depositar y transportar (a largas distancias) objetos, como empaques con hortalizas, con frecuencia durante las actividades agrícolas (100% mayoría de los casos). A pesar de su prevalencia, se identifican excepciones, como en el caso del apio españa durante la cosecha, donde el transporte manual de carga no es constante (0%). En términos de esfuerzo físico en cosecha, se observa una variabilidad, registrando porcentajes del 36% para lechuga, 50% para repollo, 36% para brócoli, 56% para coliflor, 0% para apio españa y 50% para remolacha. Se destaca como este se presenta con mayor frecuencia en la postcosecha, alcanzando porcentajes del 73% para lechuga, 50% para repollo, 64% para brócoli, 56% para coliflor, 33% para apio españa y 50% para remolacha. Este último escenario, aunque menos común, está directamente vinculado a la logística de transporte, especialmente durante la entrega o carga de contenedores, ya sea vacíos o con hortalizas, en los predios.

**Figura 15.***Comparativa de manipulación manual de cargas*

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Trabajo repetitivo**

La presencia del trabajo repetitivo emerge como un factor de riesgo ineludible, manifestándose de manera consistente en todas las instancias para lechuga, repollo, brócoli, coliflor, apio españa y remolacha, abarcando todas las hortalizas estudiadas. Esta repetición

continua de movimientos o acciones idénticas o similares se evidencia durante el desarrollo de las diversas tareas asociadas a la cosecha.

### Figura 16.

#### *Trabajo repetitivo*



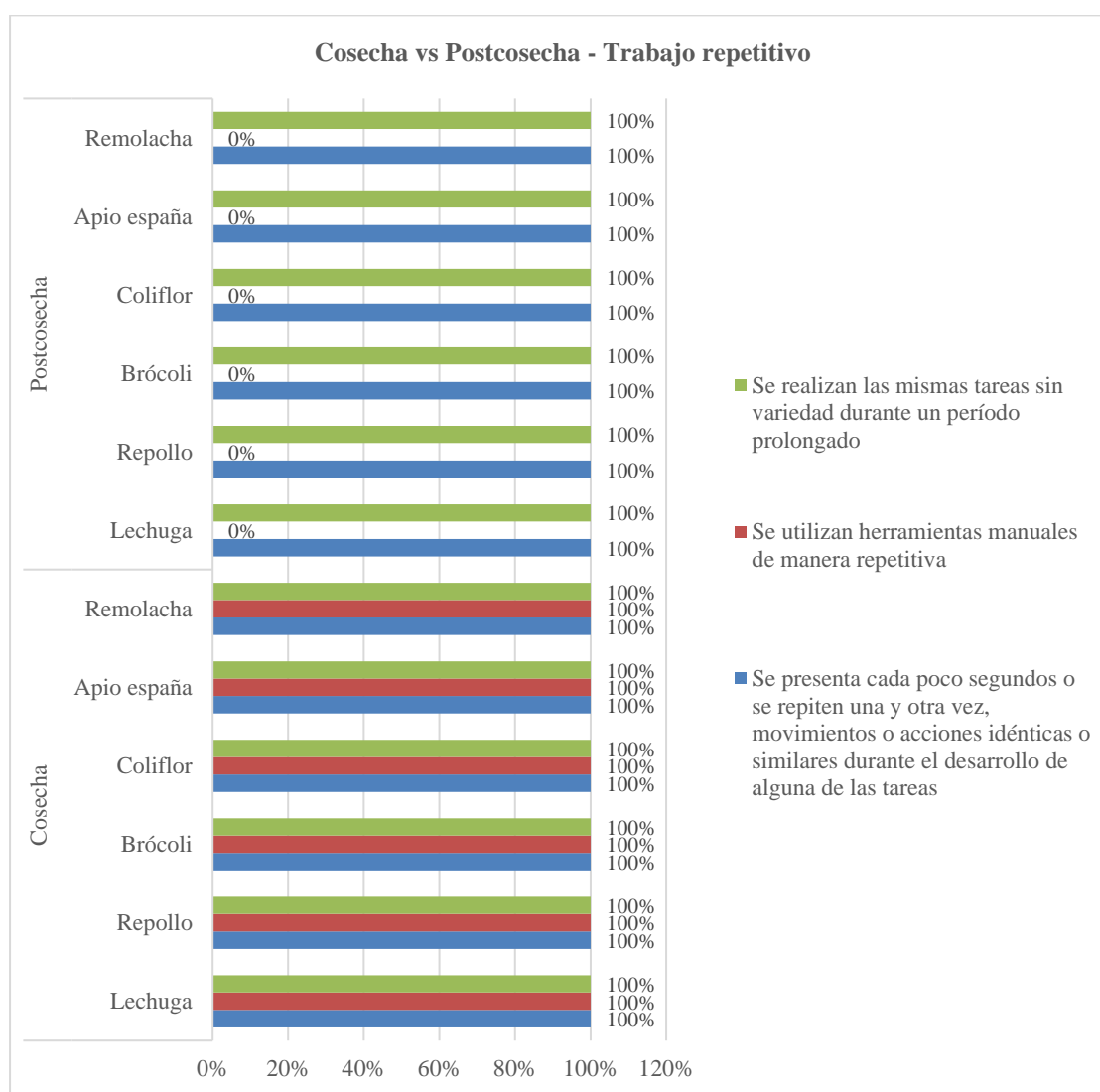
*Nota.* Las imágenes mostradas son propiedad de los agricultores de la Vereda Sucre quienes han autorizado su utilización con fines académicos por parte de la institución. *Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024).

Entre las acciones recurrentes se incluyen: una constante ejecución de las mismas acciones cada pocos segundos, el uso repetitivo de herramientas manuales y la realización de las mismas tareas sin variedad durante un período prolongado. Sin embargo, al comparar la cosecha con la postcosecha, se observa una excepción en términos de acciones repetitivas. En la

postcosecha, el uso de herramientas manuales ya no es tan frecuente (0%), excepto en situaciones específicas. Por ejemplo, en cultivos como la remolacha, se requiere el uso ocasional de cuchillos para cortar elementos al momento de adecuar los empaques. No obstante, esta actividad es de corta duración y no constituye una repetición prolongada, como se ha analizado de manera exhaustiva.

**Figura 17.**

*Comparativa de trabajo repetitivo*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

## Posturas incómodas

En términos de posturas incómodas o forzadas se evidencia un alto porcentaje, convirtiéndose en una preocupación significativa en las actividades de cosecha y postcosecha para diversas hortalizas.

### Figura 18.

#### *Posturas incómodas*



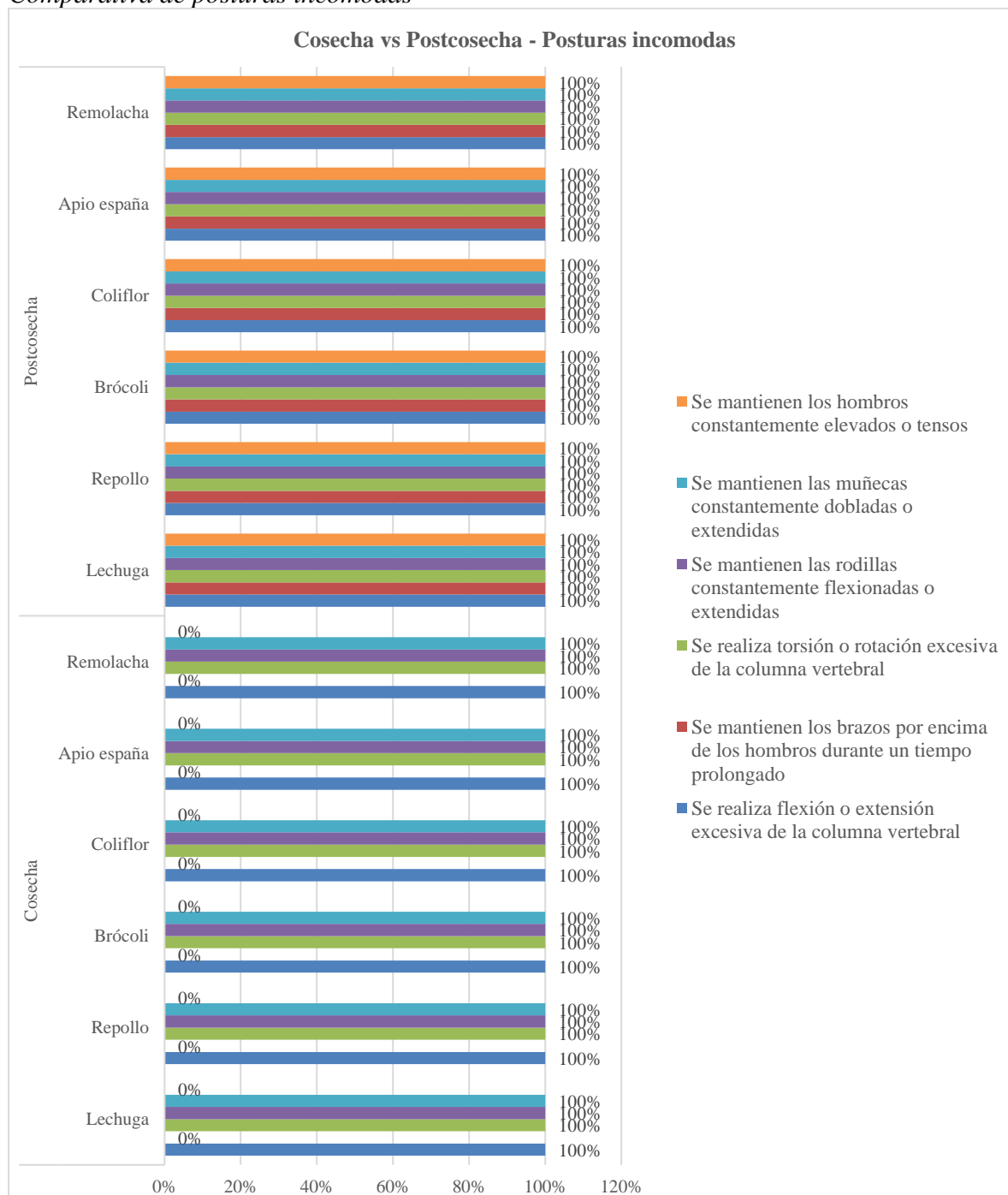
*Nota.* Las imágenes mostradas son propiedad de los agricultores de la Vereda Sucre quienes han autorizado su utilización con fines académicos por parte de la institución. *Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

La flexión o extensión excesiva de la columna vertebral se observa de manera consistente en un 100% de las instancias para lechuga, repollo, brócoli, coliflor, apio españa y remolacha durante ambas fases. La realización de torsión o rotación excesiva de la columna vertebral es una práctica generalizada. Además, se registra la constante flexión o extensión de las rodillas y muñecas en un 100% de las situaciones evaluadas. En la postcosecha, se evidencia una variación,

ya que los brazos por encima de los hombros se mantienen en un 100%, indicando una posible tensión durante estas actividades.

**Figura 19.**

*Comparativa de posturas incómodas*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En la fase de cosecha de hortalizas, también se identificaron diversos **factores ambientales** que podrían afectar la ergonomía de los trabajadores agrícolas. Se observó de manera consistente la presencia de temperaturas extremas, humedad y/o corrientes de aire en un 100% de las instancias para lechuga, repollo, brócoli, coliflor, apio espña y remolacha. En cuanto a la ausencia de luz natural durante la realización de tareas, se registró en un 9% para lechuga y 0% para repollo, brócoli, coliflor, apio espña y remolacha en la fase de cosecha, mientras que en la postcosecha no se evidenció esta situación. Es notable que estos porcentajes puedan estar relacionados con el horario y las condiciones climáticas, ya que las actividades se realizan al aire libre.

### **Figura 20.**

*Factores ambientales (Ruido y vibración)*



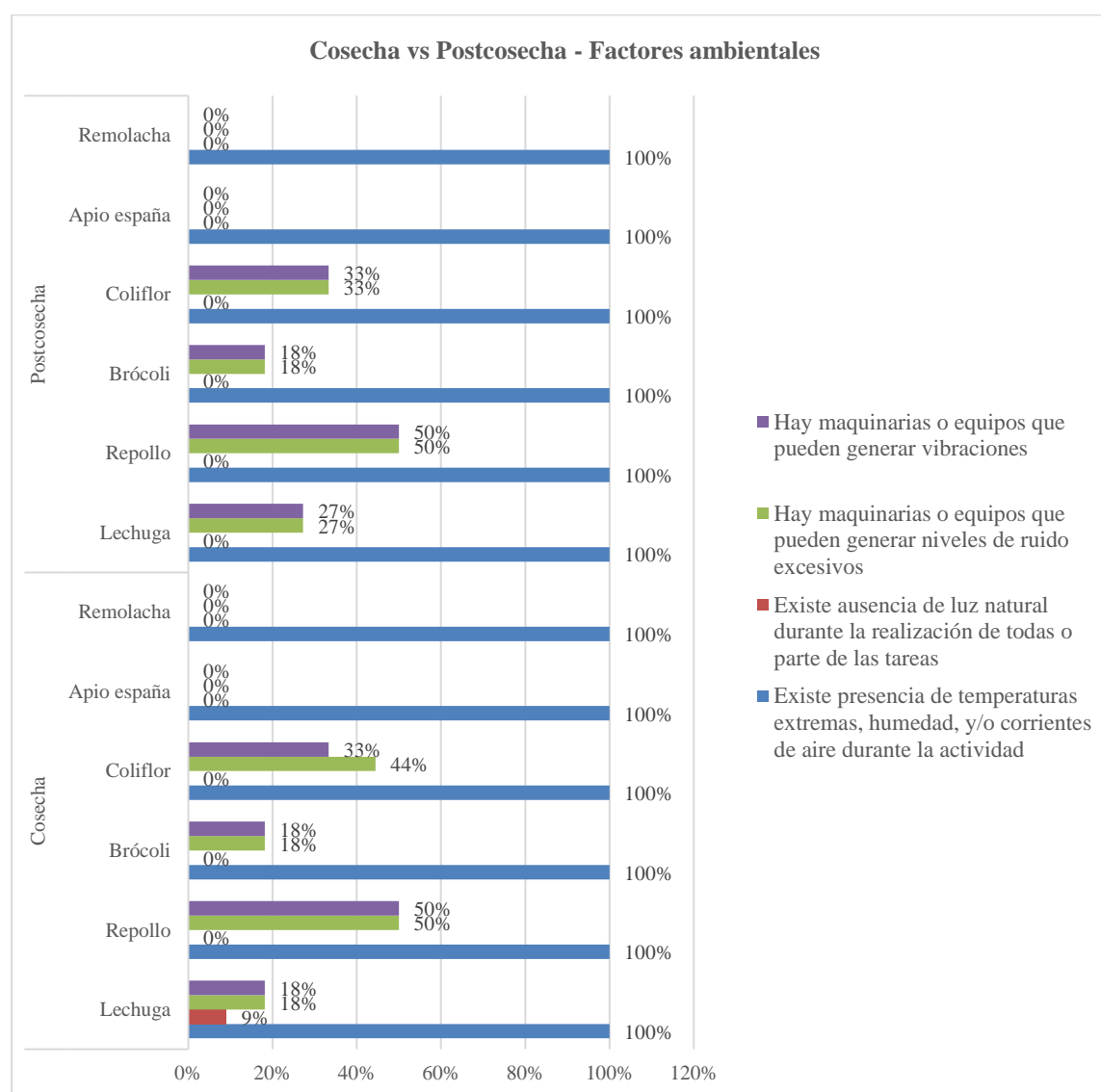
*Nota.* Las imágenes mostradas son propiedad de los agricultores de la Vereda Sucre quienes han autorizado su utilización con fines académicos por parte de la institución. *Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024).

Conjuntamente, se identificaron durante la fase de cosecha y postcosecha de hortalizas, factores como el ruido y vibración. En la cosecha, los porcentajes de exposición al ruido excesivo varían entre el 18% y el 50%, mientras que en la postcosecha se observa una disminución, con prevalencias del 0% en algunas hortalizas y un máximo del 50% en otras. En

cuanto a las vibraciones, durante la cosecha, los porcentajes oscilan entre el 18% y el 50%, y en la postcosecha, presentan una variación entre el 0% y el 50%. Esta variabilidad sugiere una relativa mejora en las condiciones de trabajo en la postcosecha, aunque es relevante exponer que la introducción de equipos de transporte aéreo, visualmente evidente en el contexto agrícola estudiado, influye en estos resultados.

**Figura 21.**

*Factores ambientales*

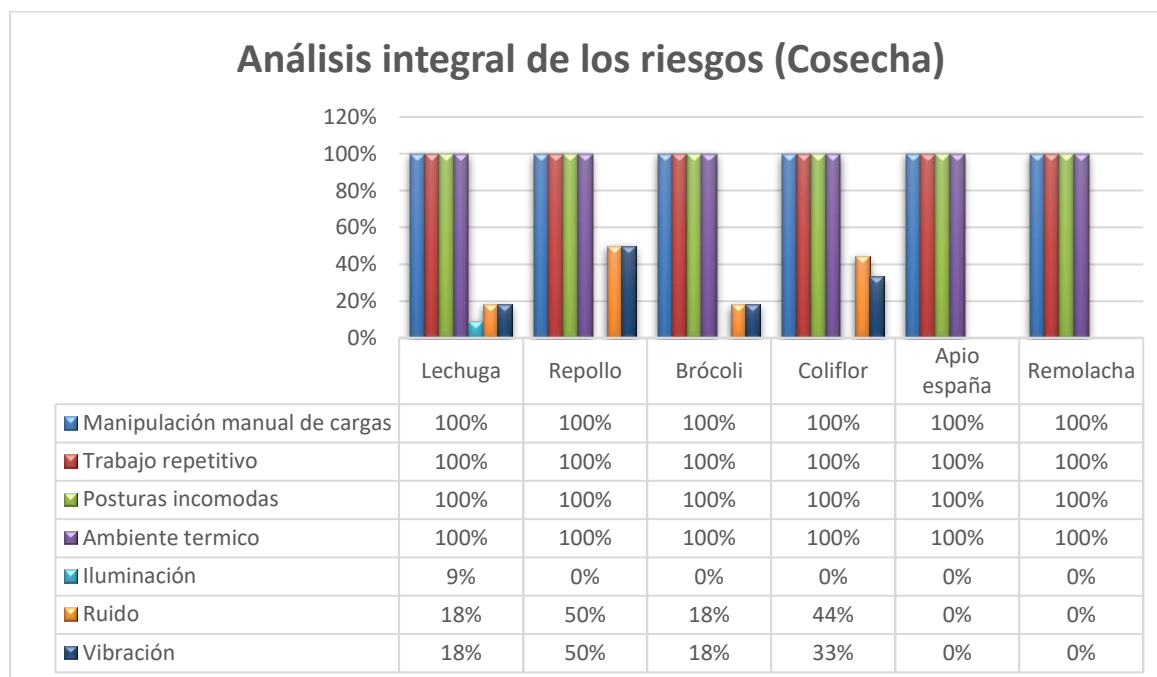


*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

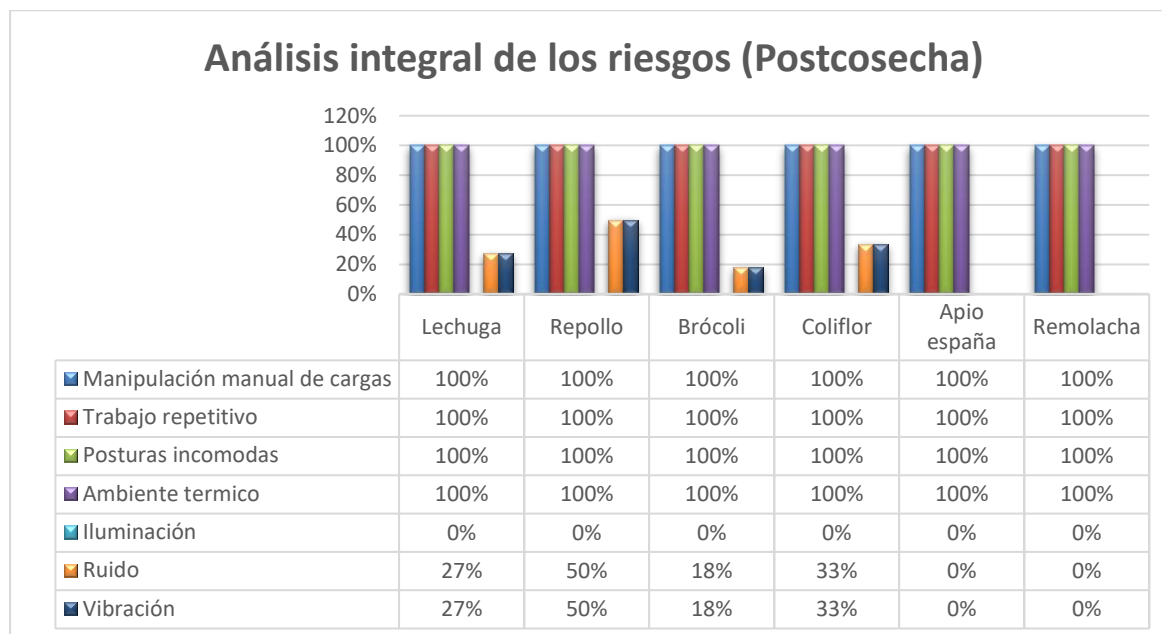
Las acciones previamente mencionadas, consideradas como indicadores de la presencia de cada factor de riesgo, se han sintetizado para establecer un análisis integral de los riesgos, como se ilustra en la figura 20. Este análisis permite determinar el índice porcentual de los factores de riesgo asociados a la carga de trabajo, evidenciando la predominancia de la manipulación manual de cargas (100%), trabajo repetitivo (100%), y posturas incómodas (100%) tanto en la fase de cosecha como en la postcosecha, sin diferencias significativas entre las distintas hortalizas estudiadas. En relación con los factores ambientales, se destaca la presencia de condiciones térmicas adversas (100%) en ambas actividades; sin embargo, factores como la iluminación, ruido y vibración si difieren, tal como se describe en el apartado anterior y en los mismos índices porcentuales (ver figuras)

### Figura 22.

#### *Análisis integral de los riesgos (Cosecha)*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Figura 23.***Análisis integral de los riesgos (Postcosecha)*

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### ***Evaluación y valoración de los factores de riesgo o peligros***

A partir de la lista de comprobación y las evidencias fotográficas, se aplicó la valoración de los peligros siguiendo las directrices de la Guía Técnica Colombiana - GTC 45. En este proceso, se dio prioridad a los riesgos con una incidencia del 100%, ya que se identificaron como los más comunes y consistentes en todos los previos evaluados. Esto sugiere que estos peligros o factores de riesgo son inherentes a la actividad de cosecha de hortalizas en el área y, por lo tanto, requieren ser abordados de manera prioritaria mediante la implementación de medidas preventivas y de control. La matriz resultante se encuentra detallada en el Anexo 7 del proceso de cosecha y postcosecha de hortalizas para cada tipo, correspondiente a cada predio.

La identificación y valoración generaron una compilación significativa de riesgos, indicando la necesidad de intervenciones prioritarias y graduales. Este enfoque se sustenta en la

jerarquización de los riesgos, comenzando con aquellos evaluados como no aceptables. A continuación, se presenta un resumen de los factores de riesgo asociados a las actividades de cosecha y postcosecha de hortalizas, clasificados según el nivel de riesgo interpretado (consulte las matrices completas en el anexo 7).

**Tabla 17.**

*Inventario de peligros asociados a la cosecha de hortalizas*

<b>Tipo de hortaliza / Promedio</b>	<b>Diseño del trabajo</b>	<b>Movimientos repetitivos</b>	<b>Posturas o posición</b>	<b>Exposición a temperaturas extremas</b>
Lechuga	1745,45	1000,00	2400,00	2400,00
Brócoli	1800,00	1000,00	2400,00	2400,00
Coliflor	1800,00	1000,00	2400,00	2400,00
Repollo	1800,00	1000,00	2400,00	2400,00
Remolacha	1800,00	1000,00	2400,00	2400,00
Apio España	1800,00	1000,00	2400,00	2400,00
<b>Promedio</b>	<b>1790,91</b>	<b>1000,00</b>	<b>2400,00</b>	<b>2400,00</b>
<b>Interpretación del riesgo</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
<b>Aceptabilidad del riesgo</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 18.**

*Inventario de peligros asociados a la postcosecha de hortalizas*

<b>Tipo de hortaliza / Promedio</b>	<b>Diseño del trabajo</b>	<b>Movimientos repetitivos</b>	<b>Posturas o posición</b>	<b>Exposición a temperaturas extremas</b>
Lechuga	2400,00	750,00	2400,00	1000,00
Brócoli	2400,00	772,73	2400,00	1000,00
Coliflor	2400,00	750,00	2400,00	1000,00
Repollo	2400,00	750,00	2400,00	1000,00
Remolacha	1800,00	1000,00	2400,00	1000,00
Apio España	1800,00	1000,00	2400,00	1000,00
<b>Promedio</b>	<b>2200,00</b>	<b>837,12</b>	<b>2400,00</b>	<b>1000,00</b>
<b>Interpretación del riesgo</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
<b>Aceptabilidad del riesgo</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>	<b>No Aceptable</b>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Las tablas número 18 y 19 presenta una completa enumeración de los factores de riesgo asociados al proceso de cosecha y postcosecha de hortalizas, clasificados en tres categorías: No Aceptables, Aceptables con control y Aceptable.

A partir de dicho análisis, se deduce la necesidad de priorizar la implementación de las medidas de control establecidas para los riesgos identificados como No Aceptables.

**Tabla 19.**

*Priorización de riesgos asociados a la cosecha de hortalizas*

<b>Aceptabilidad del riesgo</b>	<b>Cantidad</b>
No aceptable	4
No Aceptable o Aceptable con control específico	0
Aceptable	0
Aceptable	0
<b>Total, de riesgos identificados</b>	<b>4</b>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Peligros No aceptables:**

Los riesgos altos encontrados fueron:

- Ergonómico\_Biomecánico - Diseño del trabajo (posición, desplaz., carga, esfuerzo)
- Ergonómico\_Biomecánico - Movimientos repetitivos
- Ergonómico\_Biomecánico - Posturas o posición
- Físico - Exposición a temperaturas extremas (estrés térmico)

**Tabla 20.**

*Priorización de riesgos asociados a la postcosecha de hortalizas*

<b>Aceptabilidad del riesgo</b>	<b>Cantidad</b>
No aceptable	4
No Aceptable o Aceptable con control específico	0
Aceptable	0
Aceptable	0
<b>Total, de riesgos identificados</b>	<b>4</b>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Peligros No aceptables:**

Los Riesgos altos encontrados fueron:

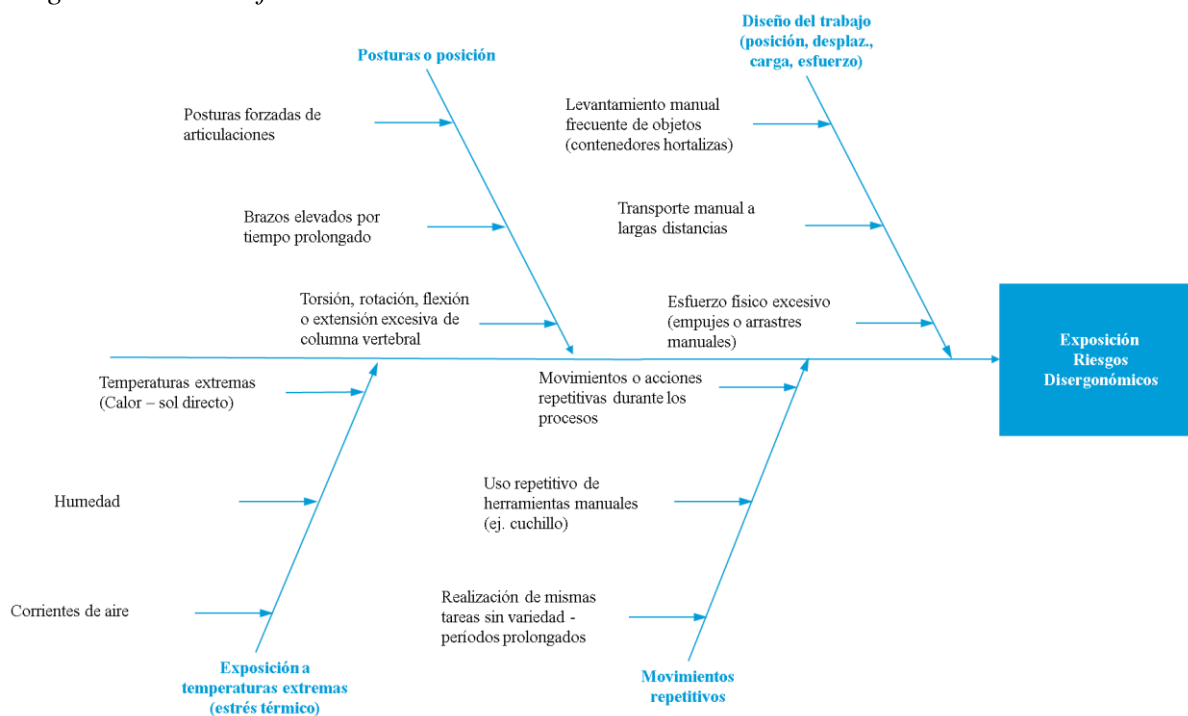
- Ergonómico\_Biomecánico - Diseño del trabajo (posición, desplaz., carga, esfuerzo)
- Ergonómico\_Biomecánico - Movimientos repetitivos
- Ergonómico\_Biomecánico - Posturas o posición
- Físico - Exposición a temperaturas extremas (estrés térmico)

### **Síntesis de causas raíz**

La exposición a riesgos asociados a la ergonomía se revela como una problemática evidente, la cual se resume en la identificación de cuatro riesgos considerados los más incidentes. Estos riesgos están asociados a una serie de efectos, los cuales se presentan en la Figura 24.

**Figura 24.**

*Diagrama causa – efecto*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

## **Definición de contenido de aplicativo móvil**

### ***Fundamentos y enfoques teóricos y metodológicos para el desarrollo de la aplicación móvil***

Para abordar esta problemática, se considera fundamental la innovación. Por ello, el desarrollo de un prototipo de aplicación destinado a prevenir cada uno de los riesgos asociados a la ergonomía en el trabajo agrícola, con el objetivo de adaptar el puesto de trabajo al agricultor. Como menciona Vergara et al. (2020), "las aplicaciones móviles están surgiendo como herramientas innovadoras para gestionar de manera avanzada la seguridad y salud en el trabajo (SST)".

Dado que se requiere seguir un procedimiento para establecer medidas de prevención, como el establecido en la GTC-45, la aplicación se estructura de acuerdo con ello. Inicialmente, se ha realizado un proceso de evaluación de riesgos siguiendo los lineamientos de la GTC-45, donde se identifican los riesgos y se determina su nivel de aceptabilidad (Ver en figura 24), se proporciona la base para establecer controles y continuar con el proceso de prevención. Esto es especialmente significativo, ya que muchos agricultores pueden no tener conocimientos sobre cómo aplicar métodos de evaluación de riesgos o encontrar este proceso tedioso. El propósito principal de la aplicación es lograr la prevención de riesgos, tal como lo indica la guía de la GTC-45, que se realiza a través de un plan de prevención similar a lo que la aplicación debería proporcionar.

Sin embargo, antes de proceder, es fundamental que la aplicación habilite al usuario para identificar el riesgo, ya que cada contexto puede presentar variaciones en cuanto a los riesgos existentes. Por consiguiente, una vez que se identifique un riesgo, la aplicación proporcionará

recomendaciones generales pero eficientes de manera inmediata, considerando que en la GTC-45 ya se han evaluado previamente los distintos riesgos posibles.

Para alcanzar el plan de acción y evitar la suspensión de actividades, la GTC-45 establece que:

- Es necesario partir de los criterios para establecer controles, lo que implica tener en cuenta la determinación del número de personas expuestas, que en este caso serían los o el usuario de la aplicación.
- Se deben dar a conocer las consecuencias para la salud relacionadas con los riesgos identificados.
- Se debe determinar la existencia del requisito legal asociado, proporcionando normas y enlaces pertinentes.
- Se deben establecer medidas de intervención mediante la formulación de recomendaciones que sigan el principio de eliminación de riesgos, seguidas por la reducción de riesgos según lo estipulado por la norma NTC-OSHA 18001:2007.

Por lo tanto, todo esto debe presentarse en los recursos o herramientas añadidas en la aplicación.

*Nota.* Es importante mencionar que las demás etapas del proceso no se consideran, dado que la aplicación no es una empresa constituida. Aunque, se propone garantizar la posibilidad de llevar a cabo la última etapa correspondiente al mantenimiento y la actualización.

### ***Propuesta de recursos y herramientas***

En resumen, se propone que la aplicación ofrezca una serie de recursos y herramientas para abordar los riesgos identificados, que incluye:

Cuestionario de identificación de riesgos: Un cuestionario diseñado para ayudar al usuario a identificar y prevenir los riesgos laborales presentes en su entorno agrícola.

De manera adicional, una calculadora ergonómica y una serie de recursos adicionales complementarios que brinden información adicional sobre seguridad laboral y buenas prácticas agrícolas.

A continuación, se detallan las funcionalidades propuestas para cada una de estas herramientas en la siguiente tabla

**Tabla 21.**

*Funcionalidades de herramientas y/o recursos*

<b>Herramienta o recurso</b>	<b>Funcionalidad</b>
Cuestionario de identificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita la identificación de riesgos laborales vinculados a la ergonomía en el ámbito agrícola mediante afirmaciones estructuradas conforme a la Lista de Chequeo Ergonómica (LCE) diseñada.</li> <li>• Proporciona recomendaciones específicas en función de cada riesgo identificado, lo que posibilita la mitigación o prevención de los mismos.</li> <li>• Simplifica la recolección de datos sobre la presencia y gravedad de los riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo.</li> <li>• Genera informes detallados acerca de los riesgos identificados y las recomendaciones sugeridas para su gestión.</li> </ul>
Calculadora ergonómica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula las dimensiones del contenedor de carga según las medidas antropométricas específicas del usuario.</li> <li>• Proporciona orientación general sobre las dimensiones del contenedor.</li> <li>• Facilita la selección y diseño de contenedores ergonómicos y seguros para el transporte de productos agrícolas.</li> </ul>
Recursos adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinda acceso a videos educativos sobre prevención de riesgos laborales en el sector agrícola, abordando diversos temas relevantes para la seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Ofrece fichas informativas detalladas y específicas para cada riesgo identificado, diseñadas tanto para</li> </ul>

los trabajadores como para aquellos que buscan una mayor profundización.

- Incluye normas y enlaces a recursos nacionales e internacionales en seguridad laboral, facilitando así el acceso a información actualizada y relevante sobre regulaciones y estándares en la industria.
- Proporciona herramientas avanzadas para la evaluación ergonómica, dirigidas a aquellos interesados en profundizar, basadas en métodos reconocidos como el RULA, REBA, OCRA, entre otros. Esto permite una evaluación más exhaustiva de los riesgos ergonómicos y la identificación de medidas correctivas efectivas.
- Fomenta la comunicación y colaboración entre agricultores, posibilitando el intercambio de información, documentos y comentarios relacionados con la prevención de riesgos laborales en el sector agrícola.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Definición de requerimientos funcionales y tecnológicos**

Los requerimientos que se consideran necesarios basado en lo expuesto se presentan a continuación,

**Tabla 22.**

*Requisitos funcionales*

<b>Id</b>	<b>Nombre</b>	<b>Requerimiento Funcional</b>	<b>Descripción</b>
<b>RF-01</b>	Idioma de la aplicación móvil	La interfaz de usuario será implementada en español latino.	La aplicación móvil será de habla hispana fácil de entender para agricultores y administrador
<b>RF-02</b>	Registro de usuarios	Todos los usuarios deben ingresar al formulario de registro para poder acceder a cualquier información de la aplicación móvil	La aplicación móvil contiene un formulario de registro con información básica del usuario
<b>RF-03</b>	Login	Los usuarios deben realizar su logueo por	El sistema de autenticación de usuario

---

		medio de un sistema de autenticación de usuario	debe requerir nombre de usuario y contraseña validando la coincidencia de estos mismos para acceder al aplicativo.
<b>RF-04</b>	Perfil de usuario	Los usuarios pueden observar en pantalla sus datos de usuario	La aplicación móvil debe tener una pantalla que permita a los usuarios observar la información de su perfil de usuario
<b>RF-05</b>	Editar información de perfil de usuario	Los usuarios pueden modificar su información de perfil de usuario	La aplicación cuenta con un formulario que permite a los usuarios modificar su información.
<b>RF-06</b>	Dashboard	Los usuarios pueden ver una pantalla de inicio donde tienen acceso fácil a las principales funcionalidades	La aplicación cuenta con un Dashboard fácil de interpretar para los usuarios cuando requieran acceder a alguna funcionalidad.
<b>RF-07</b>	Cuestionario de identificación	Los usuarios pueden acceder al cuestionario de identificación de riesgos que sea de fácil uso.	La aplicación cuenta con un sistema de cuestionario para identificar los riesgos.
<b>RF-08</b>	Historial de cuestionarios de identificación	Los usuarios pueden observar y consultar los cuestionarios con respuestas anteriores.	La aplicación cuenta con un registro de historial de cuestionarios para consulta de usuarios
<b>RF-09</b>	Calculadoras	Los usuarios pueden acceder a un módulo de calculadoras para ser usadas según su necesidad	El sistema cuenta con un módulo de calculadoras programadas según la normatividad legal vigente en temas de seguridad y salud en el trabajo para el área de ergonomía.
<b>RF-10</b>	Respuestas acertadas	Los usuarios pueden observar respuestas según los datos enviados	La aplicación móvil permite ver en pantalla respuesta de las

---

		por medio de las calculadoras	calculadoras según los datos que registre el usuario
<b>RF-11</b>	Registro de recursos adicionales	El usuario administrador tiene la opción de alimentar los recursos adicionales en la aplicación	La aplicación móvil tiene un formulario para el registro de nuevos recursos adicionales
<b>RF-12</b>	Consulta de recursos adicionales	El usuario puede consultar recursos como documentos, informes, estudios, etc acerca de la ergonomía.	La aplicación contiene un módulo que permite a los usuarios acceder a esta información de manera fácil.
<b>RF-13</b>	Terminar sesión de usuario	El usuario puede terminar sesión una vez lo requiera	La aplicación contiene la funcionalidad de terminar sesión, con fácil y rápido acceso del usuario.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Tabla 23.**

#### *Requisitos no funcionales*

<b>ID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Requerimiento no Funcional</b>	<b>Descripción</b>
<b>RNF-1</b>	Resguardar contraseñas de usuario	Se debe permitir el encriptado de contraseñas	La aplicación móvil debe tener codificación de seguridad que permita que el registro de contraseñas se registre en base de datos de manera encriptada
<b>RNF-2</b>	Uso de sesiones	Seguridad de la información	Para acceso a cualquier pantalla con información de la aplicación móvil el sistema siempre debe requerir una sesión activa.
<b>RNF-3</b>	Uso de usuario	La aplicación debe contar con una interfaz de usuario amigable e intuitiva	La aplicación permite a los usuarios desarrollar sus actividades de manera fácil y rápida.

<b>RNF-4</b>	Tiempos de respuesta	El usuario debe obtener tiempos de respuesta rápidos	La aplicación debe proporcionar tiempos de respuesta rápidos ante las peticiones de los usuarios.
<b>RNF-5</b>	Instalación	El usuario instala fácilmente en su dispositivo móvil la app	La aplicación debe ser fácil de descargar e instalar.
<b>RNF-6</b>	Seguridad de datos	Se debe garantizar la seguridad de toda la información.	La aplicación debe mantener los datos almacenados seguros y protegidos.

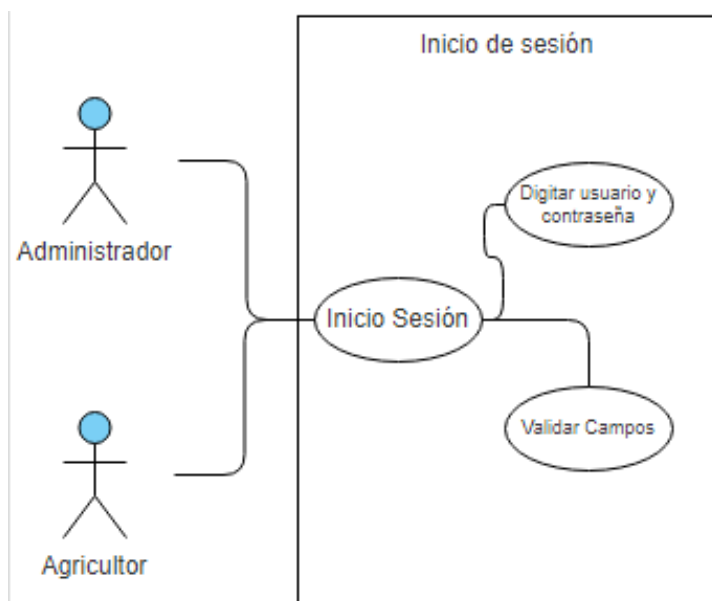
*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

## Diseño del prototipo

### *Diagrama casos de uso*

**Figura 25.**

*Diagrama caso de uso inicio de sesión*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Tabla 24.

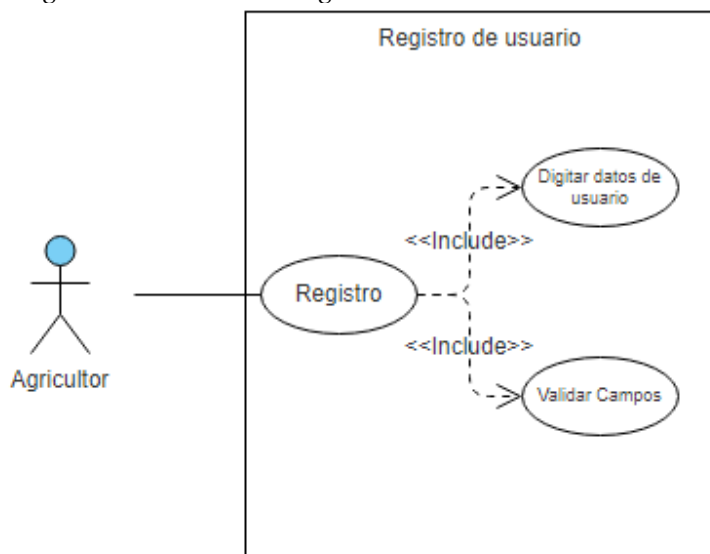
*Caso de uso inicio de sesión usuarios*

Nombre del caso de uso	Inicio de sesión usuarios	CU1
<b>Objetivo</b>	Ingresar a la aplicación móvil con sus credenciales de acceso creadas.	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario debe existir registrado en base de datos con usuario y contraseña.	
<b>Postcondición</b>	El usuario ingresa al dashboard de la aplicación correctamente	
<b>Flujo básico</b>	<i>Actores</i> Diligenciar el formulario de inicio de sesión correctamente con todos los datos requeridos	<i>Aplicativo</i> Validar que el formulario este completamente diligenciado. Validar que las credenciales sean correctas y diferenciar el tipo de usuario que accede.
<b>Flujo alternativo</b>	Si las credenciales de acceso digitadas por el usuario son incorrectas el aplicativo informara al usuario por medio de un mensaje de alerta que el usuario o contraseña son incorrectos.	

*Fuente. Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)*

Figura 26.

*Diagrama caso de uso registro de usuario*



*Fuente. Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)*

Tabla 25.

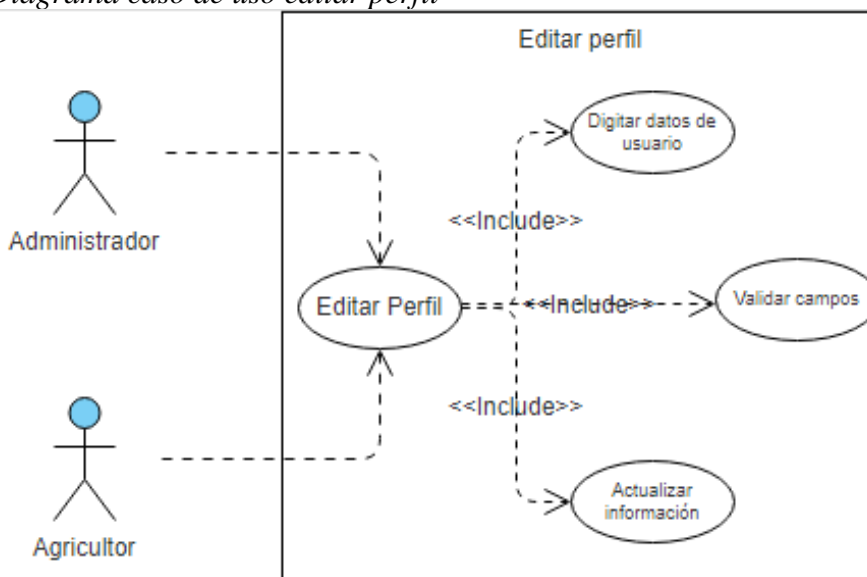
## Caso de uso registro de usuarios

Nombre del caso de uso	Registro de usuarios	CU2
<b>Objetivo</b>	Registrar usuarios para el acceso a la aplicación móvil	
<b>Actores</b>	Agricultor	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario a registrar no debe existir en la base de datos de la aplicación	
<b>Postcondición</b>	Registro exitoso del usuario realizando las validaciones correspondientes	
<b>Flujo básico</b>	<i>Actores</i>	<i>Aplicativo</i>
	Diligenciar el formulario de registro correctamente con todos los datos requeridos	Validar que el formulario este completamente diligenciado. Validar que el usuario no exista en base de datos. Confirmar el registro del usuario
<b>Flujo alternativo</b>	En caso de que usuario exista se mostrara un mensaje de alerta informando que el usuario ya existe y debe crear otro.	

**Fuente.** Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Figura 27.

## Diagrama caso de uso editar perfil



**Fuente.** Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Tabla 26.

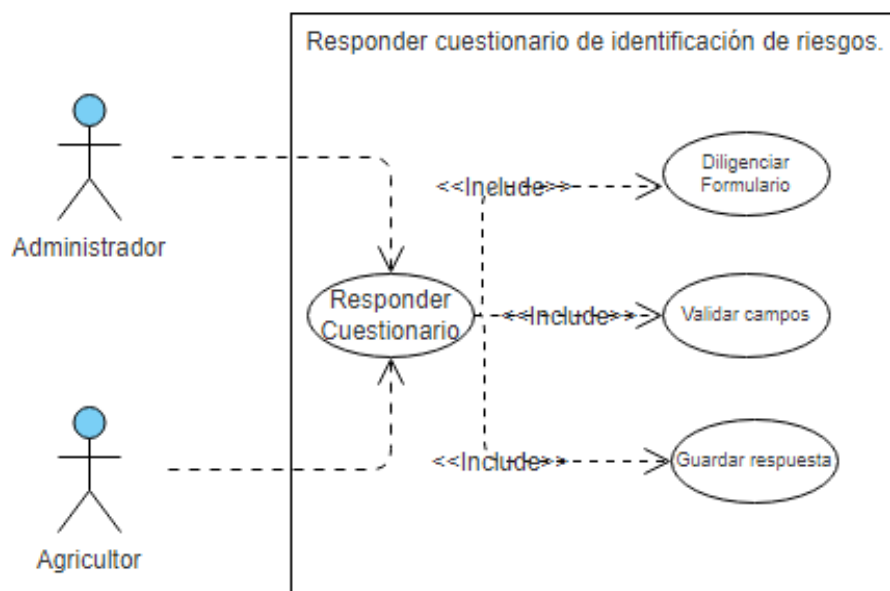
Caso de uso editar perfil de usuario

Nombre del caso de uso	Editar perfil de usuario	CU3
<b>Objetivo</b>	Editar la información registrada por el usuario en la aplicación.	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	Debe existir una sesión activa	
<b>Postcondición</b>	Validar que los datos estén correctamente completados, una vez se finalice el proceso informar al usuario si el proceso fue exitoso o ocurrió algún error.	
<b>Flujo básico</b>	<i>Actores</i> Diligenciar el formulario de edición de perfil correctamente con todos los datos requeridos	<i>Aplicativo</i> Validar que el formulario este completamente diligenciado. Actualizar información de usuarios en base de datos.
<b>Flujo alternativo</b>	En caso de que alguno de los campos no este correctamente diligenciado el sistema mostrara una alerta indicando al usuario el error.	

Fuente. Autoría propia (Castro &amp; Suarez, 2024)

Figura 28.

Diagrama caso de uso responder cuestionario de identificación de riesgos



Fuente. Autoría propia (Castro &amp; Suarez, 2024)

Tabla 27.

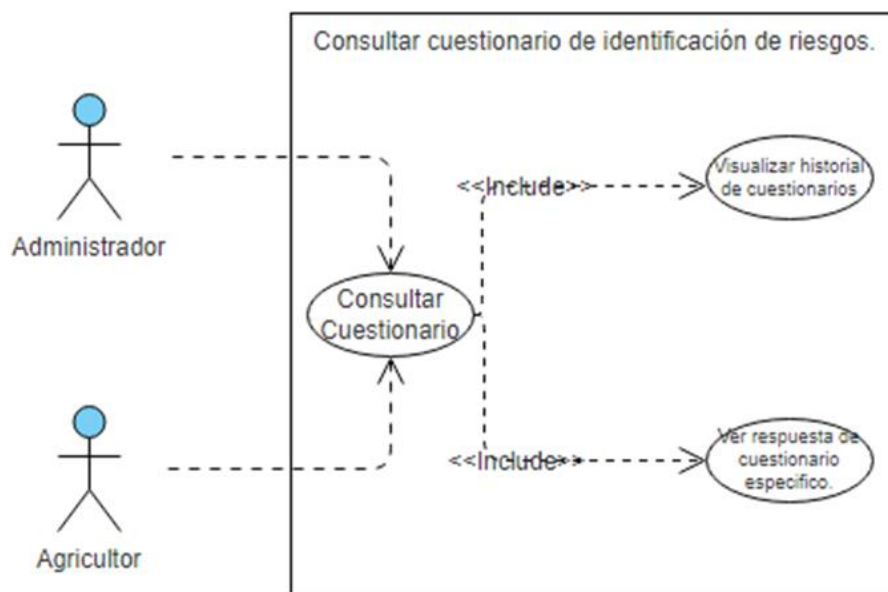
## Caso de uso responder cuestionario

Nombre del caso de uso	Responder cuestionario	CU4
<b>Objetivo</b>	Registro de cuestionarios de identificación de riesgos	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener una sesión activa	
<b>Postcondición</b>	El usuario debe responder todos los campos obligatorios y recibir un mensaje de que el proceso de respuesta fue exitoso	
<b>Flujo básico</b>	Actores Diligenciar el formulario de identificación de riesgos correctamente con todos los datos requeridos	Aplicativo Validar que el formulario este completamente diligenciado. Informar al usuario mediante una alerta que el registro de la encuesta fue exitoso.
<b>Flujo alternativo</b>	En caso de que los campos no queden correctamente registrados el sistema informará al usuario de este error.	

Fuente. Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Figura 29.

## Diagrama caso de uso consultar cuestionario de identificación de riesgos



Fuente. Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Tabla 28.

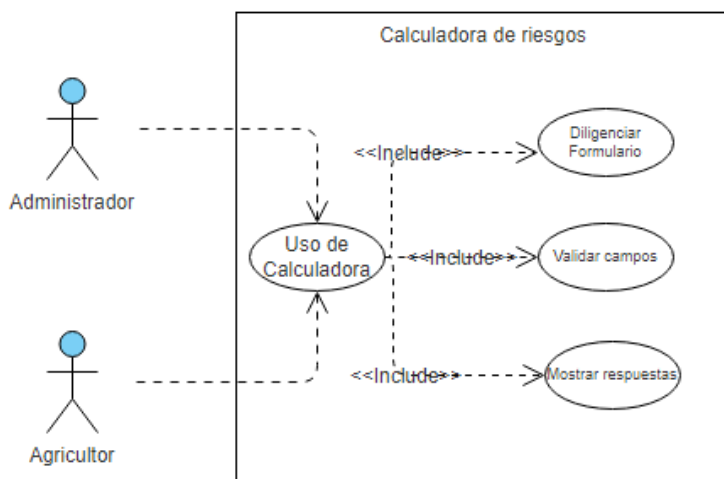
*Caso de uso consulta de cuestionarios de identificación de riesgos*

Nombre del caso de uso	Consulta de cuestionarios de identificación de riesgos.	CU5
<b>Objetivo</b>	Tener acceso al historial de respuestas de cuestionarios de identificación de riesgos	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener una sesión activa y debe existir por lo menos una respuesta de cuestionario	
<b>Postcondición</b>	El usuario puede observar el listado de los cuestionarios respondidos	
<b>Flujo básico</b>	Actores Consultar las respuestas de formularios dadas	Aplicativo Validar que existan respuestas de formularios y que pertenezcan al usuario que realiza la consulta
<b>Flujo alternativo</b>	En caso de que no existan respuestas el sistema informará al usuario que debe primero registrar una respuesta para consultar el historial	

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Figura 30.

*Diagrama caso de uso calculadora de riesgos*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Tabla 29.

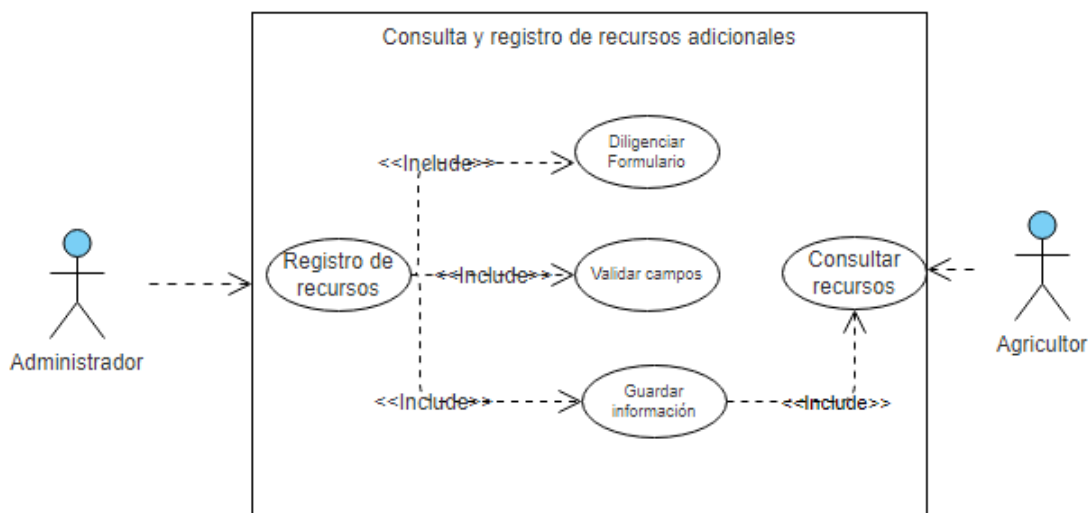
*Caso de uso calculadora ergonómica*

Nombre del caso de uso	Uso calculadora ergonómica	CU6
<b>Objetivo</b>	El usuario puede hacer uso de la calculadora de riesgos completando las variables requeridas	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener una sesión activa	
<b>Postcondición</b>	El usuario debe completar los campos requeridos y obtener una respuesta según la información completada	
<b>Flujo básico</b>	Actores Diligenciar correctamente el formulario de calculadora	Aplicativo Validar correctamente los datos ingresados y arrojar una respuesta acertada al usuario
<b>Flujo alternativo</b>	Si los datos son incorrectos el sistema informará al usuario del problema para completar la tarea	

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Figura 31.

*Diagrama caso de uso consulta y registro de recursos adicionales*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 30.***Caso uso consulta y registro de recursos adicionales*

<b>Nombre del caso de uso</b>	<b>Consulta y registro de recursos adicionales</b>	<b>CU7</b>
<b>Objetivo</b>	Consulta de material e información de apoyo para los usuarios del aplicativo	
<b>Actores</b>	Agricultor y administrador	
<b>Tipo</b>	Esencial	
<b>Precondición</b>	El usuario debe tener una sesión activa	
<b>Postcondición</b>	El perfil de usuario administrador puede alimentar la aplicación móvil con nuevo material de apoyo completando el formulario. El usuario agricultor puede consultar la información suministrada en el aplicativo.	
<b>Flujo básico</b>	Actores Administrador: puede registrar información en el aplicativo y subir documentos Agricultor: Puede consultar los contenidos publicados en la aplicación móvil	Aplicativo Validar que el formulario este completamente diligenciado. Informar que el proceso de subida y registro de la información fue exitoso. Mostrar información ordenada al usuario
<b>Flujo alternativo</b>	Si no existe información, el sistema mostrara un mensaje de alerta informando al usuario.	

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)**Desarrollo del prototipo***Desarrollo de herramientas y recursos***Cuestionario de identificación:** Basado en la Lista de Chequeo Ergonómica (LCE)

diseñada para la fase de observación, presenta una serie de afirmaciones relacionadas con cada factor de riesgo. A partir de estas afirmaciones, proporciona recomendaciones pertinentes.

**Figura 32.***Representación del cuestionario diseñado***Cuestionario de identificación**

La seguridad en el trabajo es esencial en la agricultura. Queremos ayudarte a identificar y comprender los riesgos potenciales en tu labor diaria. A continuación, encontrarás una serie de afirmaciones relacionadas con tus tareas agrícolas.

Antes de comenzar, aquí hay algunas palabras que pueden ayudarte a entender mejor las afirmaciones:

**Parte 1**

<b>Manipulación Manual De Cargas</b>	Levanto cosas pesadas (como cajas de hortalizas).
<b>Manipulación Manual De Cargas</b>	Muevo cosas pesadas a lugares lejanos (como bultos de remolacha).
<b>Manipulación Manual De Cargas</b>	Hago mucho esfuerzo físico con cargas pesadas (como empujar o arrastrar cosas pesadas).
<b>Trabajo Repetitivo</b>	Realizo los mismos movimientos una y otra vez (como quitar hojas dañadas de las hortalizas).
<b>Trabajo Repetitivo</b>	Utilizo herramientas manuales (como cuchillos) repetidamente.
<b>Trabajo Repetitivo</b>	Hago las mismas tareas sin cambios durante mucho tiempo (como cosechar hortalizas sin variación).
<b>Posturas Incomodas</b>	Doblo mucho mi espalda o la estiro mucho
<b>Posturas Incomodas</b>	Mantengo los brazos en alto por mucho tiempo, por encima de los hombros
<b>Posturas Incomodas</b>	Giro o doblo mucho mi espalda
<b>Posturas Incomodas</b>	Mis rodillas se mantienen dobladas o estiradas constantemente mientras trabajo (como agacharte)
<b>Posturas Incomodas</b>	Mis muñecas están dobladas o estiradas todo el tiempo mientras trabajo (como doblar las muñecas varias veces al cortar hortalizas).
<b>Posturas Incomodas</b>	Mis hombros están siempre elevados o tensos mientras trabajo (como cargar cosas pesadas que te obligan a mantener los hombros en una posición alta)

**Calculadora ergonómica:** Utilizando medidas antropométricas específicas, esta herramienta realiza cálculos matemáticos para estimar dimensiones aproximadas, principalmente dirigidas a contenedores de carga, que son ampliamente utilizados por los agricultores.

**Figura 33.***Representación de la calculadora diseñada***Calculadora:****Dimensiones Carga:****Ancho:**

Formula:

= A La Anchura Transversal Del Tórax

**Largo:**

Formula:

Dos Procesos

1. Estatura – Altura Estiloidea = X
2. Estatura – Altura Radial = Y

Finalmente,  $X - Y =$  Largo Del Contenedor**Alto:**

Formula:

1. Estatura – Altura Radial = X
2. Estatura – Altura Acromial = Y

Finalmente,  $X - Y =$  Alto Del Contenedor

**Recursos adicionales:** Incluye videos, fichas, normas y enlaces recopilados de fuentes confiables. Estos recursos están diseñados para que los usuarios interesados puedan profundizar en el tema o sean utilizados por aquellos con experiencia en la materia.

***Desarrollo de aplicativo***

Posteriormente, se describen los pasos correspondientes al desarrollo de la aplicación móvil denominada Ergocultiva, detallando las tecnologías empleadas, la estructura de la base de datos y el código fuente utilizado en su creación.

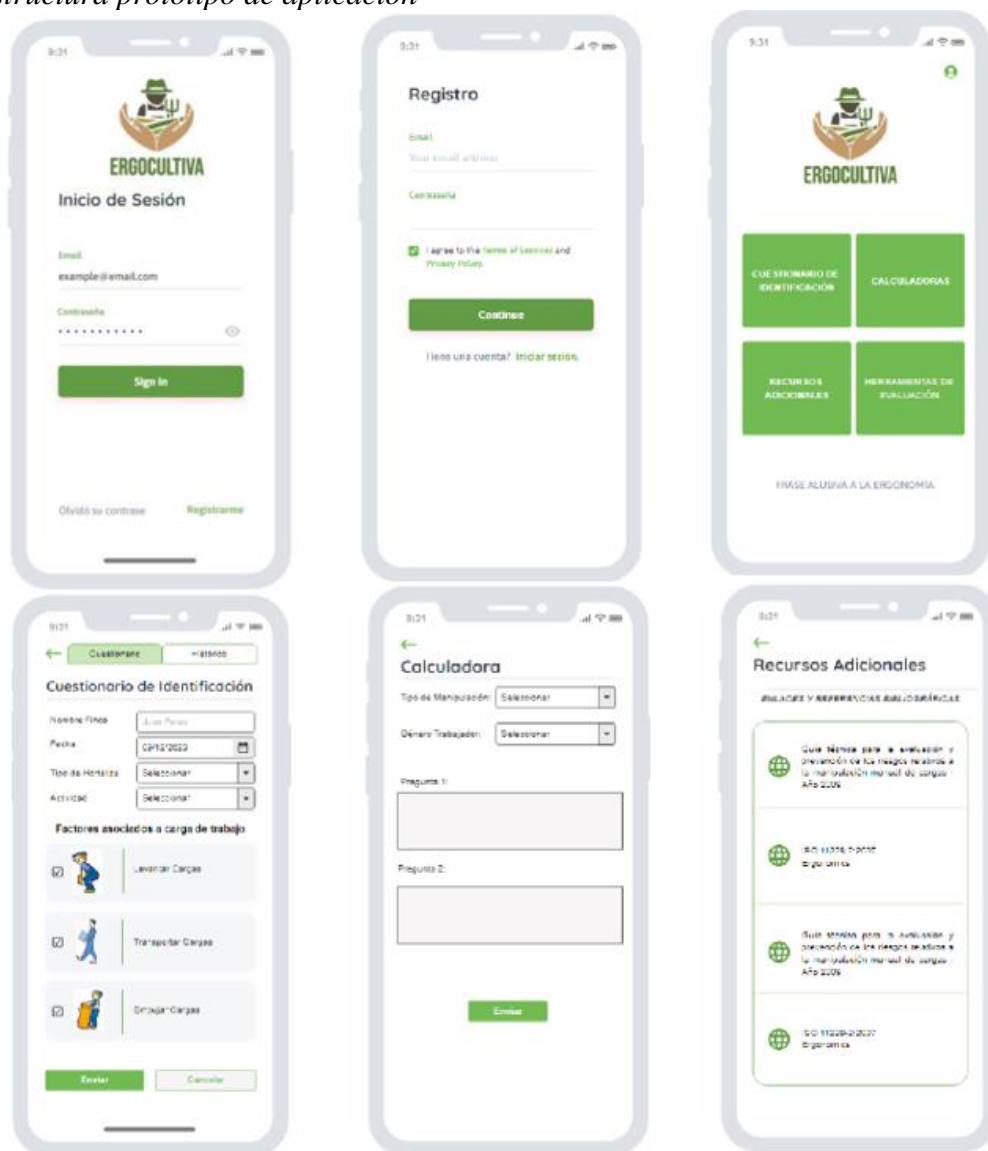
Utilizando la aplicación Figma y considerando los requisitos definidos en la fase previa, se llevó a cabo el diseño de mockups que representan las diversas pantallas que podría tener la aplicación móvil. Este proceso permitió visualizar y clarificar las ideas relacionadas con la

estructura de la aplicación. El propósito de este diseño preliminar es facilitar la comprensión y asegurar un desarrollo más eficiente, contribuyendo así a lograr un diseño óptimo para la funcionalidad final de la aplicación.

Estructura que se detalla a continuación:

**Figura 34.**

*Estructura prototipo de aplicación*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

## Documentación de código

En la siguiente sección, se detalla exhaustivamente el código de las principales funcionalidades que hacen parte de la aplicación móvil “Ergocultiva”, revelando cómo cada funcionalidad opera de manera precisa y efectiva. Proceso que se detalla a continuación:

### Figura 35.

#### *Fragmento de código Login*

```

1 // Generated code for this Button-Login Widget...
2 Padding(
3   padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 24, 0, 0),
4   child: FFBUTTONWidget(
5     onPressed: () async {
6       GoRouter.of(context).prepareAuthEvent();
7       final user = await authManager.signInWithEmail(
8         context,
9         _model.emailAddressController.text,
10        _model.passwordController.text,
11      );
12      if (user == null) {
13        return;
14      }
15      context.goNamedAuth('Home', context.mounted);
16    },
17    text: 'Iniciar sesión',
18    options: FFBUTTONOptions(
19      height: 60,
20      padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 0, 20, 0),
21      iconPadding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 0),
22      color: Color(0xFF2E7D32),
23      textStyle: FlutterFlowTheme.of(context).titleSmall.override(
24        fontFamily: 'Readex Pro',
25        color: FlutterFlowTheme.of(context).secondaryBackground,
26      ),
27      elevation: 3,
28      borderSide: BorderSide(
29        color: Colors.transparent,
30        width: 1,
31      ),
32      borderRadius: BorderRadius.circular(9),
33    ),
34  ),
35 )

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Se detalla fragmento de código de la acción realizada en el momento de Iniciar Sesión que permite que el sistema valide la correcta información de las credenciales de acceso de cada usuario a la aplicación móvil.

**Figura 36.**

*Fragmento de código registro de usuario:*

```

1  // Generated code for this Button-Login Widget...
2  Padding(
3    padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(15, 24, 15, 0),
4    child: FFBUTTONWidget(
5      onPressed: () async {
6        GoRouter.of(context).prepareAuthEvent();
7        final user = await authManager.createAccountWithEmail(
8          context,
9          _model.emailAddressCreateController.text,
10         _model.passwordCreateController.text,
11       );
12       if (user == null) {
13         return;
14       }
15       context.goNamedAuth('Home', context.mounted);
16     },
17     text: 'Crear cuenta',
18     options: FFBUTTONOptions(
19       height: 60,
20       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 0, 20, 0),
21       iconPadding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 0),
22       color: Color(0xFF2E7D32),
23       textStyle: FlutterFlowTheme.of(context).titleSmall.override(
24         fontFamily: 'Readex Pro',
25         color: FlutterFlowTheme.of(context).secondaryBackground,
26       ),
27       elevation: 3,
28       borderSide: BorderSide(
29         color: Colors.transparent,
30         width: 1,
31       ),
32       borderRadius: BorderRadius.circular(9),
33     ),
34   ),
35 )

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En la anterior imagen se presenta el código fuente asignado al botón “crear cuenta” que permite la captura de los datos correo electrónico y contraseña para ser procesados y validados en caso de todo ser correcto registra el nuevo usuario en base de datos.

**Figura 37.***Fragmento de código dashboard aplicación*

```

183         Padding(
184             padding:
185                 EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 20, 20, 0),
186             child: InkWell(
187                 splashColor: Colors.transparent,
188                 focusColor: Colors.transparent,
189                 hoverColor: Colors.transparent,
190                 highlightColor: Colors.transparent,
191                 onTap: () async {
192                     context.pushNamed('formCalculadora');
193                 },
194             child: Container(
195                 width: double.infinity,
196                 decoration: BoxDecoration(
197                     color: Colors.green,
198                     boxShadow: [
199                         BoxShadow(
200                             blurRadius: 4,
201                             color: Color(0x33000000),
202                             offset: Offset(0, 2),
203                         )
204                     ],
205                 borderRadius: BorderRadius.circular(9),
206             ),
207             child: Column(
208                 mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.max,
209                 crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.center,
210                 children: [
211                     Padding(
212                         padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(
213                             15, 15, 15, 5),
214                         child: Icon(
215                             Icons.calculate_outlined,
216                             color: FlutterFlowTheme.of(context)
217                                 .secondaryBackground,
218                             size: 40,
219                         ),
220                     ),
221                     Padding(
222                         padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(
223                             15, 0, 15, 15),
224                         child: Text(
225                             'Calculadora ergonómica',
226                             textAlign: TextAlign.center,
227                             style: FlutterFlowTheme.of(context)
228                                 .titleMedium,
229                         ),
230                     ),
231                 ],
232             ),

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El código relacionado anteriormente, hace referencia a cada botón que sirve como hipervínculo para acceder a cada una de las principales funcionalidades de la aplicación para este caso el código que lleva a la funcionalidad Cuestionario de Identificación de Riesgos.

**Figura 38.***Fragmento de código – Perfil de usuario*

```

250     ),
251     Padding(
252       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 0, 20, 16),
253       child: TextFormField(
254         controller: _model.yourNameController ??=
255           TextEditingController(
256             text: columnUserRecord?.displayName,
257           ),
258         focusNode: _model.yourNameFocusNode,
259         textCapitalization: TextCapitalization.words,
260         obscureText: false,
261         decoration: InputDecoration(
262           labelText: 'Su Nombre',
263           labelStyle: FlutterFlowTheme.of(context).labelMedium,
264           hintStyle: FlutterFlowTheme.of(context).labelMedium,
265           enabledBorder: OutlineInputBorder(
266             borderSide: BorderSide(
267               color: FlutterFlowTheme.of(context).alternate,
268               width: 2,
269             ),
270             borderRadius: BorderRadius.circular(8),
271           ),
272           focusedBorder: OutlineInputBorder(
273             borderSide: BorderSide(
274               color: Color(0xFF2E7D32),
275               width: 2,
276             ),
277             borderRadius: BorderRadius.circular(8),
278           ),
279           errorBorder: OutlineInputBorder(
280             borderSide: BorderSide(
281               color: FlutterFlowTheme.of(context).error,
282               width: 2,
283             ),
284             borderRadius: BorderRadius.circular(8),
285           ),
286           focusedErrorBorder: OutlineInputBorder(
287             borderSide: BorderSide(
288               color: FlutterFlowTheme.of(context).error,
289               width: 2,
290             ),
291             borderRadius: BorderRadius.circular(8),
292           ),
293           filled: true,
294           fillColor:

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El código presentado, contiene la presentación del formulario para presentar la información de usuario a cada agricultor que se encuentre logueado dentro de la aplicación móvil

**Figura 39.***Fragmento de código formulario cuestionario de identificación*

```

409     Align(
410         alignment: AlignmentDirectional(-0.14, 0.85),
411         child: Padding(
412             padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 20, 0, 20),
413             child: FFButtonWidget(
414                 onPressed: ((_model.textController2.text == null ||
415                     _model.textController2.text == '') ||
416                     (_model.textController1.text == null ||
417                     _model.textController1.text == '')) ||
418                     (dateTimeFormat(
419                         'd/M/y', _model.datePicked) ==
420                         null ||
421                         dateTimeFormat(
422                             'd/M/y', _model.datePicked) ==
423                             '') ||
424                     (_model.dropDownValue == null ||
425                     _model.dropDownValue == ''))
426             ? null
427             : () async {
428                 await CuestionarioRecord.collection
429                     .doc()
430                     .set(createCuestionarioRecordData(
431                         nombreFinca:
432                             _model.textController2.text,
433                         nombreColaborador:
434                             _model.textController1.text,
435                         fecha: _model.datePicked,
436                         actividad: _model.dropDownValue,
437                         idUser: currentUserUid,
438                     ));
439                 setState(() {
440                     FFAppState().nombreFinca =
441                         _model.textController2.text;
442                     FFAppState().nombreColaborador =
443                         _model.textController1.text;
444                     FFAppState().actividad =
445                         _model.dropDownValue!;
446                     FFAppState().idUser = currentUserUid;
447                 });
448
449                 context.pushNamed('registroCuestionario');
450             },
451             text: 'Registrar',
452             options: FFButtonOptions(
453                 width: MediaQuery.sizeOf(context).width * 0.5,
454                 height: 40,

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En el fragmento se muestra la codificación realizada al formulario que aparece en la primera pantalla una vez el usuario ingresa desde el dashboard a la opción cuestionario de identificación. En el código se puede observar cómo una vez se accione el botón registrar el sistema asigna a variables estado local los datos que se recolectaron en el formulario, para

seguidamente llevar esta información que es necesaria en la siguiente pantalla “registroCuestionario”.

#### Figura 40.

*Fragmento de código preguntas cuestionario – Imprimir preguntas.*

```

189 FutureBuilder<
190 List<OpcionesRespuestaRecord>>(
191   future:
192     queryOpcionesRespuestaRecordOnce(
193       queryBuilder:
194         (opcionesRespuestaRecord) =>
195           opcionesRespuestaRecord
196             .where(
197               'preguntaId',
198               isEqualTo:
199                 containerQuizRecord
200                   .reference,
201             )
202             .orderBy(
203               'valorRespuesta'),
204     ),

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En el código anterior el sistema muestra información de las opciones de respuesta que se dan al usuario durante el cuestionario, información que es traída desde la base de datos.

#### Figura 41.

*Fragmento de código preguntas cuestionario – Contar preguntas respondidas.*

```

251
252   setState(() {
253     FFAppState()
254       .respuestaUsuario =
255         listViewOpcionesRespuestaRecord
256           .valorRespuesta;
257   });
258   child: Container(
259     width: 100,
260     height: 80,
261     decoration: BoxDecoration(
262       color:
263         valueOrDefault<Color>(
264           listViewOpcionesRespuestaRecord
265             .valorRespuesta ==
266             FFAppState()
267               .respuestaUsuario
268             ? Colors.green
269             : FlutterFlowTheme
270               .of(context)
271               .secondaryBackground,
272           FlutterFlowTheme.of(
273             context)
274             .secondaryBackground,
275     ),

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Código que permite saber en qué pregunta actual se encuentra el usuario con el fin de ir validando respuesta tras respuesta y saber en qué momento se termina el cuestionario.

**Figura 42.**

*Fragmento de código preguntas cuestionario – asignación recomendaciones.*

```

325         if (FFAppState().respuestaUsuario !=
326             null &&
327             FFAppState().respuestaUsuario != '')
328             Padding(
329                 padding:
330                     EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(
331                         20, 20, 20, 20),
332                 child: FFButtonWidget(
333                     onPressed: () async {
334                         setState(() {
335                             FFAppState().contador =
336                                 FFAppState().contador + 1;
337                         });
338                         if (FFAppState().contador ==
339                             quizQuizRecordList.length) {
340                             setState(() {
341                                 FFAppState().contador = 0;
342                             });
343
344                             await RespuestasRecord
345                                 .collection
346                                 .doc()
347                                 .set(
348                                     createRespuestasRecordData(
349                                         grupo: containerQuizRecord
350                                             .grupo,
351                                         pregunta:
352                                             containerQuizRecord
353                                                 .pregunta,
354                                         respuesta: FFAppState()
355                                             .respuestaUsuario,
356                                         cuestionarioId:
357                                             FFAppState()
358                                                 .idCuestionario,
359                                         userId: currentUserUid,
360                                     ));
361                         if (FFAppState().respuesta ==
362                             FFAppState()
363                                 .respuestaUsuario) {
364                             if (containerQuizRecord
365                                 .grupo ==
366                                 'MANIPULACION MANUAL DE CARGAS') {
367                                 setState(() {
368                                     FFAppState()
369                                         .manipulacion = true;
370                                 });
371                             } else {

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

La codificación presentada permite que el aplicativo pueda identificar la recomendación que hay que dar el usuario según las respuestas dadas por medio del manejo de condicionales con información guardada en variables de estado local.

**Figura 43.**

*Fragmento código para navegar en las diferentes recomendaciones.*

```

168     return Column(
169       mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.max,
170       children:
171         List.generate(columnGrupoRecordList.length, (columnIndex) {
172           final columnGrupoRecord = columnGrupoRecordList[columnIndex];
173           return Padding(
174             padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 20, 20, 0),
175             child: InkWell(
176               splashColor: Colors.transparent,
177               focusColor: Colors.transparent,
178               hoverColor: Colors.transparent,
179               highlightColor: Colors.transparent,
180               onTap: () async {
181                 if (columnGrupoRecord.grupo == 'POSTURAS INCOMODAS') {
182                   context.pushNamed('posturasIncomodas');
183                 } else {
184                   if (columnGrupoRecord.grupo == 'TRABAJO REPETITIVO') {
185                     context.pushNamed('trabajoRepetitivo');
186                   } else {
187                     if (columnGrupoRecord.grupo == 'VIBRACION') {
188                       context.pushNamed('vibracion');
189                     } else {
190                       if (columnGrupoRecord.grupo == 'ILUMINACION') {
191                         context.pushNamed('iluminacion');
192                       } else {
193                         if (columnGrupoRecord.grupo ==
194                           'MANIPULACION MANUAL DE CARGAS') {
195                           context.pushNamed('manipulacionCargas');
196                         } else {
197                           if (columnGrupoRecord.grupo == 'RUIDO') {
198                             context.pushNamed('ruido');
199                           } else {
200                             if (columnGrupoRecord.grupo ==
201                               'AMBIENTE TERMICO') {
202                               context.pushNamed('ambienteTermico');
203                             }
204                           }
205                         }
206                       }
207                     }
208                   }
209                 }
210               },

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El código presentado permite que el sistema realice una condición entre una variable de estado local y el nombre de la recomendación con el fin de determinar qué tipo de recomendación el sistema tiene que mostrar al usuario.

**Figura 44.**

*Fragmento de código listar historial de preguntas respondidas por el usuario*

```

138     Padding(
139       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 15),
140       child: StreamBuilder<List<RespuestasRecord>>(
141         stream: queryRespuestasRecord(
142           queryBuilder: (respuestasRecord) => respuestasRecord.where(
143             'cuestionarioId',
144             isEqualTo: FFAppState().idCuestionario,
145           ),
146         ),
147       builder: (context, snapshot) {
148         // Customize what your widget looks like when it's loading.
149         if (!snapshot.hasData) {
150           return Center(
151             child: SizedBox(
152               width: 50,
153               height: 50,
154               child: CircularProgressIndicator(
155                 valueColor: AlwaysStoppedAnimation<Color>(
156                   Color(0xFF2E7D32),
157                 ),
158             ),
159           );
160         }
161       }
162     List<RespuestasRecord> columnRespuestasRecordList =
163       snapshot.data!;
164     return Column(
165       mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.max,
166       children: List.generate(columnRespuestasRecordList.length,
167         (columnIndex) {
168           final columnRespuestasRecord =
169             columnRespuestasRecordList[columnIndex];
170           return Padding(
171             padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 20, 20, 0),
172             child: Material(
173               color: Colors.transparent,
174               elevation: 0,
175               shape: RoundedRectangleBorder(
176                 borderRadius: BorderRadius.circular(8),
177               ),
178               child: Container(
179                 width: double.infinity,
180                 decoration: BoxDecoration(
181                   color: FlutterFlowTheme.of(context)
182                     .secondaryBackground,
183                   boxShadow: [
184                     BoxShadow(
185                       blurRadius: 3,

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El código presente código permite presentar el historial de preguntas junto a sus respuestas dadas por los usuarios, se realiza una consulta a la base de datos para traer todas las preguntas teniendo un condicional que deben tener dentro de su información

**Figura 45.***Fragmento de código calculadora ergonómica*

```

643         ((_model.estaturaController.text ==
644             null ||
645             _model
646                 .estaturaController.text ==
647                 '') ||
648             (_model.alturaEstiloideaController
649                 .text ==
650                 null ||
651                 _model.alturaEstiloideaController
652                 .text ==
653                 '')) ||
654             (_model.alturaRadialController
655                 .text ==
656                 null ||
657                 _model.alturaRadialController
658                 .text ==
659                 '')) ||
660             (_model.alturaAcromialController.text ==
661                 null ||
662                 _model.alturaAcromialController
663                 .text ==
664                 '')) ||
665             (_model.anchuraToraxController.text ==
666                 null ||
667                 _model.anchuraToraxController.text ==
668                 ''))
669     ? null
670     : () async {
671         setState(() {
672             FFAppState().Estatura = double.parse(
673                 _model.estaturaController.text);
674             FFAppState().alturaDactilea =
675                 double.parse(_model
676                     .alturaEstiloideaController
677                     .text);
678             FFAppState().alturaRadial =
679                 double.parse(_model
680                     .alturaRadialController.text);
681             FFAppState().alturaAcromial =
682                 double.parse(_model
683                     .alturaAcromialController.text);
684             FFAppState().anchuraTorax =
685                 double.parse(_model
686                     .anchuraToraxController.text);
687         });
688         context.pushNamed('resultadosCalculador');
689     },
690     text: 'Calcular',

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Código que permite recolectar las variables requeridas para ejecutar la formula de medidas de herramientas recomendadas, asignando cada valor dentro de una variable de estado local para así pasarla a la siguiente pantalla denominada resultadosCalculador

## Figura 46.

### Fragmento de código resultados calculadora

```

233     Padding(
234       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(
235         10, 10, 10, 10),
236       child: Text(
237         'Largo',
238         style: FlutterFlowTheme.of(context)
239           .titleMedium
240           .override(
241             fontFamily: 'Readex Pro',
242             color: FlutterFlowTheme.of(context)
243               .primaryText,
244           ),
245     ),
246   ),
247   Padding(
248     padding:
249     EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 20),
250     child: ClipRRect(
251       borderRadius: BorderRadius.circular(8),
252       child: Image.network(
253         'https://storage.googleapis.com/flutterflow-io-6f20.appspot.com/projects/ergocultiva-a-p-p-1296yq/assets/o6ah855w115o/largo.png',
254         width: 300,
255         height: 200,
256         fit: BoxFit.cover,
257       ),
258     ),
259   ),
260   Row(
261     mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.max,
262     mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
263     children: [
264       Padding(
265         padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(
266           10, 10, 10, 10),
267         child: Text(
268           ((FFAppState().Estatura -
269             FFAppState().alturaDactilea) -
270             (FFAppState().Estatura -
271             FFAppState().alturaRadial))
272             .toString(),
273           style: FlutterFlowTheme.of(context)
274             .titleMedium
275             .override(
276               fontFamily: 'Readex Pro',
277               color: Color(0xFF388E3C),
278             ),
279         ),

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En el código presentado se toma como la sección de impresión de la sección “Largo” que está dentro de contenedor container se puede apreciar la impresión del título, la asignación de la imagen que realiza desde una URL y por último la operación matemática que se realiza para obtener el valor en centímetros del largo de la canastilla o carga.

**Figura 47.***Fragmento de código – pantalla material adicional*

```

180         ..
181         Padding(
182             padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 20, 0, 0),
183             child: FFButtonWidget(
184                 onPressed: () async {
185                     setState(() {
186                         FFAppState().tema = 'POSTURAS INCOMODAS';
187                     });
188
189                     context.pushNamed('materialGrupos');
190                 },
191                 text: 'Posturas Incomodas',
192                 options: FFButtonOptions(
193                     width: MediaQuery.sizeOf(context).width * 0.8,
194                     height: 60,
195                     padding:
196                         EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(24, 0, 24, 0),
197                     iconPadding:
198                         EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 0),
199                     color: Color(0xFF388E3C),
200                     textStyle: FlutterFlowTheme.of(context).titleMedium,
201                     elevation: 3,
202                     borderSide: BorderSide(
203                         color: Colors.transparent,
204                         width: 1,
205                     ),
206                     borderRadius: BorderRadius.circular(8),
207                 ),
208             ),

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

La imagen presenta el código que funciona como enlace para acceder a la información de cada tipo de riesgo ergonómico, donde se realiza una asignación a una variable de estado local del nombre del tema que escoja el usuario para así pasarlo a la siguiente pantalla que se denomina material grupos.

**Figura 48.***Fragmento de código – pantalla recursos disponibles*

```

103     Padding(
104       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 20, 0, 0),
105       child: FFBUTTONWidget(
106         onPressed: () async {
107           setState(() {
108             FFAppState().tipo = 'VIDEO';
109           });
110
111           context.pushNamed('videos');
112         },
113         text: 'Videos',
114         options: FFBUTTONOptions(
115           width: MediaQuery.sizeOf(context).width * 0.8,
116           height: 60,
117           padding:
118             EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(24, 0, 24, 0),
119           iconPadding:
120             EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 0),
121           color: Color(0xFF388E3C),
122           textStyle: FlutterFlowTheme.of(context).titleMedium,
123           elevation: 3,
124           borderSide: BorderSide(
125             color: Colors.transparent,
126             width: 1,
127           ),
128           borderRadius: BorderRadius.circular(8),
129         ),
130       ),
131     ),
132     Padding(
133       padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 20, 0, 0),
134       child: FFBUTTONWidget(
135         onPressed: () async {
136           setState(() {
137             FFAppState().tipo = 'FICHAS';
138           });
139
140           context.pushNamed('fichas');
141         },
142         text: 'Fichas',
143         options: FFBUTTONOptions(
144           width: MediaQuery.sizeOf(context).width * 0.8,
145           height: 60,
146           padding:
147             EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(24, 0, 24, 0),
148           iconPadding:
149             EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(0, 0, 0, 0),
150           color: Color(0xFF388E3C),
151           textStyle: FlutterFlowTheme.of(context).titleMedium,
152           elevation: 3,
153           borderSide: BorderSide(

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

En el presenta código solo se muestra la impresión de las opciones que tiene el usuario para escoger como lo es videos, fichas y normas y enlaces y redirigir a cada una de esta información.

**Figura 49.***Fragmento de código acceso a material*

```

85     StreamBuilder<List<RecursosRecord>>(
86       stream: queryRecursosRecord(
87         queryBuilder: (recursosRecord) => recursosRecord
88           .where(
89             'tipo',
90             isEqualTo: FFAppState().tipo,
91           )
92           .where(
93             'grupo',
94             isEqualTo: FFAppState().tema,
95           )
96           .orderBy('nombre'),
97     ),
98     builder: (context, snapshot) {
99       // Customize what your widget looks like when it's loading.
100      if (!snapshot.hasData) {
101        return Center(
102          child: SizedBox(
103            width: 50,
104            height: 50,
105            child: CircularProgressIndicator(
106              valueColor: AlwaysStoppedAnimation<Color>(
107                Color(0xFF2E7D32),
108              ),
109            ),
110          ),
111        );
112      }
113      List<RecursosRecord> columnRecursosRecordList =
114        snapshot.data!;
115      return Column(
116        mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.max,
117        children: List.generate(columnRecursosRecordList.length,
118          (columnIndex) {
119            final columnRecursosRecord =
120              columnRecursosRecordList[columnIndex];
121            return Padding(
122              padding: EdgeInsetsDirectional.fromSTEB(20, 20, 20, 20),
123              child: InkWell(
124                splashColor: Colors.transparent,
125                focusColor: Colors.transparent,
126                hoverColor: Colors.transparent,
127                highlightColor: Colors.transparent,
128                onTap: () async {
129                  await launchURL(columnRecursosRecord.url);
130                },
131                child: Container(
132                  width: double.infinity,
133                  decoration: BoxDecoration(
134                    color: FlutterFlowTheme.of(context)

```

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El código permite realizar una consulta a la base de datos para luego realizar un condicional donde se filtrará toda la información según las opciones que escogió el usuario para así mostrar los datos ordenados alfabéticamente por nombre en un listado por medio de un componente Container.

**Modelo base de datos.**

A continuación, se expone el modelo de la estructura de la base de datos desarrollado en Firebase. Este modelo ha sido diseñado para alojar de manera precisa y organizada los datos

recolectados por la aplicación móvil. Su estructura facilita el funcionamiento adecuado de las distintas funcionalidades de la aplicación, asegurando una gestión eficiente y coherente de la información.

### Figura 50.

#### *Colección – User*

Field Name	Data Type	Actions
email	String	
display_name	String	
photo_url	Image Path	
uid	String	
created_time	DateTime	
phone_number	String	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Colección de datos que permite recolectar los datos de los de los usuarios que se registran en la aplicación.

### Figura 51.

#### *Colección Quiz*

Field Name	Data Type	Actions
pregunta	String	
imagen	Image Path	
grupo	String	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Dentro de la colección quiz se registra toda la información de las preguntas a realizar a los usuarios como lo es pregunta, la imagen de apoyo y el grupo al que pertenece cada pregunta como lo puede ser posturas incómodas, ambiente térmico, etc.

## Figura 52.

### *Colección cuestionario*

Field Name	Data Type	Actions
nombreFinca	String	
nombreColaborador	String	
fecha	DateTime	
actividad	String	
idUser	String	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Facilita la recopilación de información sobre la finca, el nombre del trabajador, la fecha del cuestionario y la actividad realizada. Además, establece una conexión con la colección de usuarios, lo que posibilita identificar qué usuario ha respondido al cuestionario.

## Figura 53.

### *Colección respuestas*

Field Name	Data Type	Actions
grupo	String	
pregunta	String	
respuesta	String	
cuestionarioid	String	
userId	String	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Permite almacenar en base de datos las respuestas que los usuarios seleccionan durante el cuestionario de identificación, teniendo relación con el cuestionario y usuario para determinar quién ha dado respuesta al cuestionario y así tener un historial de estas.

### Figura 54.

#### *Colección opciones de respuesta*

Field Name	Data Type	Actions
valorRespuesta	String	
preguntald	Doc Reference (quiz)	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Colección permite asignar a las preguntas las opciones de respuesta a mostrar en el formulario que para el caso se ha manejado las opciones (SI o NO), esta relación se maneja mediante el campo “preguntald”

### Figura 55.

#### *Colección Recursos*

Field Name	Data Type	Actions
nombre	String	
tipo	String	
url	String	
grupo	String	
New field name...	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Colección permite el registro de los recursos adicionales disponibles, generando un agrupamiento por los campos tipo y grupo que permiten que la información se muestre de manera ordenada al usuario.

### Figura 56.

#### *Colección grupo*

Field Name	Data Type	Actions
idCuestionario	String	
Grupo	String	
Activo	Boolean	
<input type="text" value="New field name..."/>	Data Type	<input type="checkbox"/> Is List <input type="checkbox"/>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Registra y ordena las recomendaciones dadas para cada cuestionario que se responde en el aplicativo de esta manera es posible mostrar las recomendaciones dadas al final de cada cuestionario.

#### **Características técnicas aplicación móvil “Ergocultiva”**

- **Compatibilidad con sistema operativo:** Sistema operativo Android versión 9.0 o superior.
- **Seguridad:** La aplicación móvil implementa un sistema de autenticación basado en el servicio de correo proporcionado por Firebase. Este enfoque asegura un elevado nivel de seguridad en los datos, exigiendo de manera constante la introducción de un nombre de usuario y una contraseña para acceder a la aplicación móvil.
- **Almacenamiento:** Base de datos en la nube Firebase, que cuenta con las siguientes características de almacenamiento:
  - “Datos almacenados: 1 GiB en total” (Firebase)

- “Operaciones de escritura de documentos: 20,000 operaciones de escritura por día” (Firebase)
- “Operaciones de lectura de documentos: 50,000 operaciones de lectura por día” (Firebase)
- “Eliminaciones de documentos: 20,000 eliminaciones por día” (Firebase)
- **Arquitectura:** FlutterFlow permite implementa arquitecturas de código como MVC o MVVM, dividiendo la lógica de negocio (modelo), la interfaz de usuario (vista), y la gestión de estado (controlador o modelo de vista).

### **Aplicación de pruebas de funcionamiento**

#### *Identificación y evaluación de módulos que confirman la aplicación móvil*

La aplicación de las pruebas tiene como objetivo evaluar el cumplimiento de los requisitos de la aplicación móvil. Mediante esta herramienta, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de cada módulo que compone la aplicación, con el fin de verificar el cumplimiento de sus respectivas funciones y detectar posibles fallas, identificando así áreas de mejora.

#### **Tabla 31.**

##### *Login*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Realizar login de usuario registrado – Exitoso
<b>Modulo:</b>	Login
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Se utilizan las credenciales de acceso de un usuario ya registrado en el aplicativo con el fin de realizar diferentes pruebas como validar el ingreso al aplicativo, se digitan valores erróneos en el usuario y contraseña para validar si el módulo permite el acceso o no.
<b>Resultados:</b>	El aplicativo valida correctamente el usuario y contraseña del usuario, cuando los datos son incorrectos no permite el acceso, pero al verificar que los datos cumplen, permite el

---

acceso a la aplicación.

---

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### Tabla 32.

*Registro de usuarios*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Realizar registro de usuario nuevo. - Exitoso
<b>Modulo:</b>	Registro de usuarios
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Evaluar el formulario de registro de nuevos usuarios, garantizando que el aplicativo no deje registrar usuarios ya en base de datos.
<b>Resultados:</b>	El formulario de registro de nuevos usuarios valida correctamente la información y crea en base de datos el nuevo usuario una vez el proceso sea exitoso y lo redirige al dashboard del aplicativo, además se valida que el aplicativo no deja registrar usuarios duplicados.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### Tabla 33.

*Perfil de usuario*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Actualizar perfil de usuario. - Error
<b>Modulo:</b>	Perfil de usuario
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	4
<b>Descripción de la prueba:</b>	Ingresar a la funcionalidad perfil de usuario e intentar actualizar información como contraseña
<b>Resultados:</b>	El aplicativo permite ingresar al perfil de usuario donde muestra información de correo electrónico, formulario de nombre y contraseña correctamente ordenados, pero al intentar realizar el cambio de la información no realiza el proceso.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### Tabla 34.

*Dashboard*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Ejecutar accesos Dashboard. - Exitoso
<b>Modulo:</b>	Dashboard
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Acceder a la funcionalidad Dashboard y explorar los distintos módulos accesibles desde dicha pantalla.
<b>Resultados:</b>	El dashboard del aplicativo permite la navegación fluida por las diferentes funcionales a las cuales puede acceder el usuario

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 35.***Cuestionario de identificación*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Dar respuestas a Cuestionario de identificación. – Exitoso
<b>Modulo:</b>	Cuestionario de identificación
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Desde la funcionalidad Cuestionario de identificación hacer el registro de 5 diferentes cuestionarios con diferentes respuestas a los mismos.
<b>Resultados:</b>	El cuestionario permite que el usuario registre su información general, además permite que el usuario navegue fácilmente por las preguntas hasta dar respuesta a todas ellas. Una vez termine el usuario acceder de manera adecuada a las recomendaciones según las respuestas dadas durante el cuestionario, ofreciendo una navegación fluida.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 36.***Historial de cuestionarios de identificación*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Consultar Historial de cuestionarios de identificación. – Exitoso
<b>Modulo:</b>	Cuestionario de identificación
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Navegar por los distintos cuestionarios registrados en la aplicación.

**Resultados:**

El historial de cuestionarios permite al usuario revisar todo el listado de los cuestionarios que ha respondido, además de poder visualizar las respuestas dadas a los mismos y las recomendaciones dadas.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 37.***Calculadora ergonómica*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Uso de Calculadora ergonómica. - Exitoso
<b>Modulo:</b>	Calculadora ergonómica
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Ingresar los datos solicitados por la calculadora ergonómica con el fin de realizar el cálculo de las dimensiones recomendadas según la formula establecida, y por último poder consultar la recomendación dada.
<b>Resultados:</b>	El usuario puede digitar correctamente los datos en el formulario de la calculadora ergonómica y puede consultar la información de guía para tomar las diferentes medidas. Por último el aplicativo calcula correctamente y muestra de manera ordenada y fácil de interpretar las medidas de la herramienta de trabajo manual y ofrece un botón para acceso a las recomendaciones.

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Tabla 38.***Registro de recursos adicionales*

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Actualizar información Registro de recursos adicionales. – No cumple en su totalidad.
<b>Modulo:</b>	Recursos adicionales
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	4
<b>Descripción de la prueba:</b>	Ingresar al usuario administrador he intentar realizar actualización de información registrada en recursos adicionales como videos, fichas y normas de los diferentes tipos de riesgos ergonómicos en el sector agrícola.
<b>Resultados:</b>	El usuario administrador cuenta con acceso directo a la colección de datos en firebase permitiendo actualizar la información de recursos adicionales tanto videos, fichas y normas.

---

Se recomienda elaborar un módulo dentro del aplicativo para que solo este usuario pueda realizar esta actualización directamente desde la aplicación.

---

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Tabla 39.**

#### *Consulta de recursos adicionales*

---

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Consultar información en el módulo de recursos adicionales. – Exitoso.
<b>Modulo:</b>	Consulta de recursos adicionales
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Ingresa al módulo de información adicional y navega por todos los temas y recursos como videos, fichas y normas relacionados a los riesgos ergonómicos en el sector agrícola,
<b>Resultados:</b>	Al ingresar a modulo se observa la información ordenada correctamente, se puede acceder de manera fácil a cualquiera de los temas y recursos disponibles, se recomienda que en algunos recursos donde no exista información el aplicativo informe al usuario que el momento no existe información para que pueda seguir navegando con tranquilidad.

---

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Tabla 40.**

#### *Terminar sesión de usuario*

---

<b>Responsable:</b>	<b>Julian Castro</b>
<b>Nombre del caso de prueba:</b>	Terminar sesión del aplicativo – exitoso
<b>Modulo:</b>	Terminar sesión
<b>Nivel de importancia (1-5):</b>	5
<b>Descripción de la prueba:</b>	Ingresa al aplicativo, navega por diferentes funcionalidades, pasado algún tiempo intentar cerrar la sesión.
<b>Resultados:</b>	Es fácil ingresar a la funcionalidad para cerrar la sesión de usuario, el aplicativo cierra la sesión correctamente desde la pantalla donde se encuentre el usuario o de la navegación que realice dentro del aplicativo.

---

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

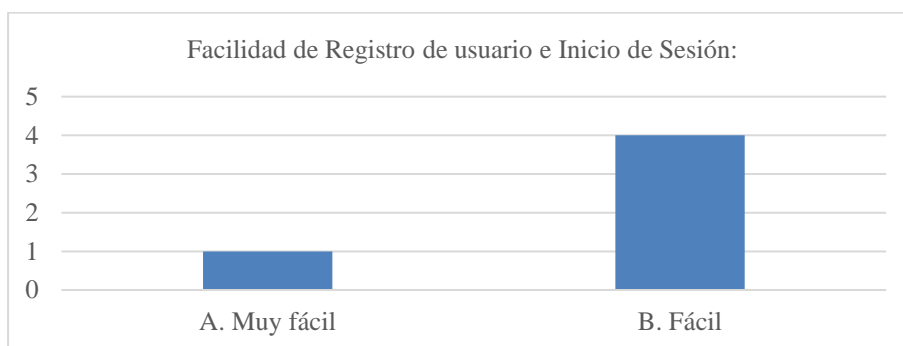
### Aplicación encuesta a usuarios aplicación móvil “Ergocultiva”

Encuesta aplicada a una muestra de 5 agricultores de la Vereda Sucre, municipio de Mutiscua, en el departamento de Norte de Santander. El propósito principal es obtener retroalimentación sobre las funcionalidades implementadas en el aplicativo móvil, con el objetivo de identificar posibles áreas de mejora y evaluar en qué medida se cumplen los requisitos establecidos inicialmente.

#### Funcionalidad registro de usuario e inicio de sesión

**Figura 57.**

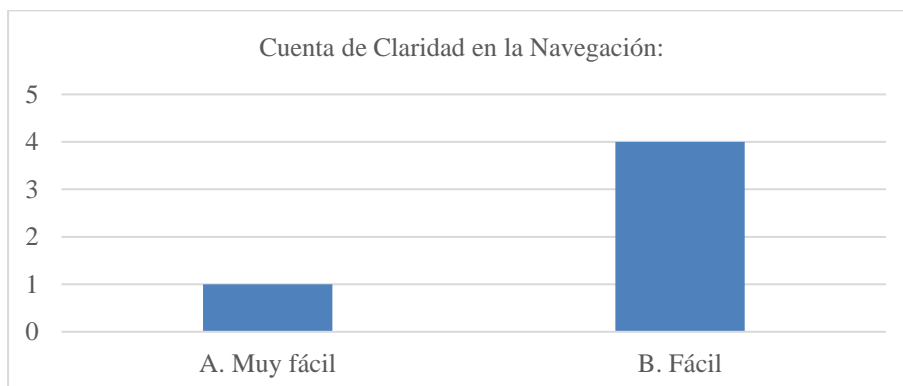
*Pregunta 1 – Facilidad de registro de usuario e inicio de sesión*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Figura 58.**

*Pregunta 2 – Claridad en la Navegación (Pantalla de Inicio y Registro)*



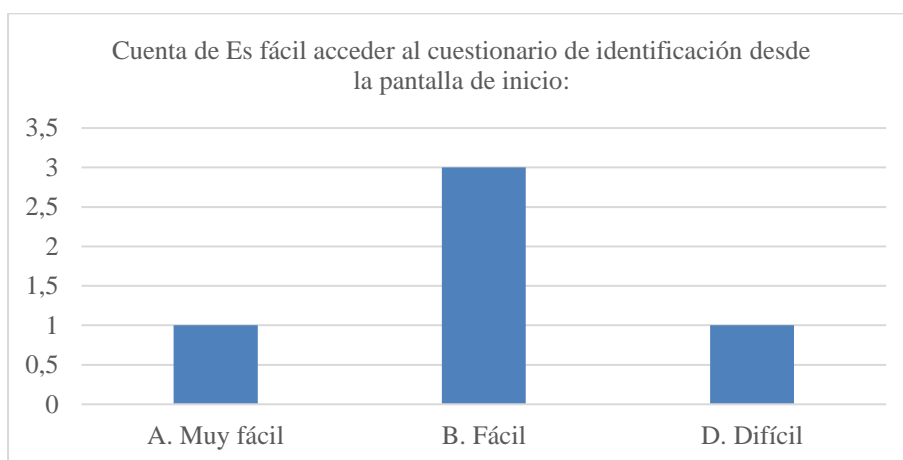
*Fuente.* Autora propia (Castro & Suarez, 2024)

En las respuestas dadas a las 2 preguntas planteadas para evaluar la funcionalidad, se puede observar una tendencia evaluada como “Fácil” para el uso de la aplicación en esta funcionalidad, lo resume que la se cumple con lo requerido en términos de inicio de sesión y creación de cuentas de usuario.

### Funcionalidad Cuestionario identificación de riesgos

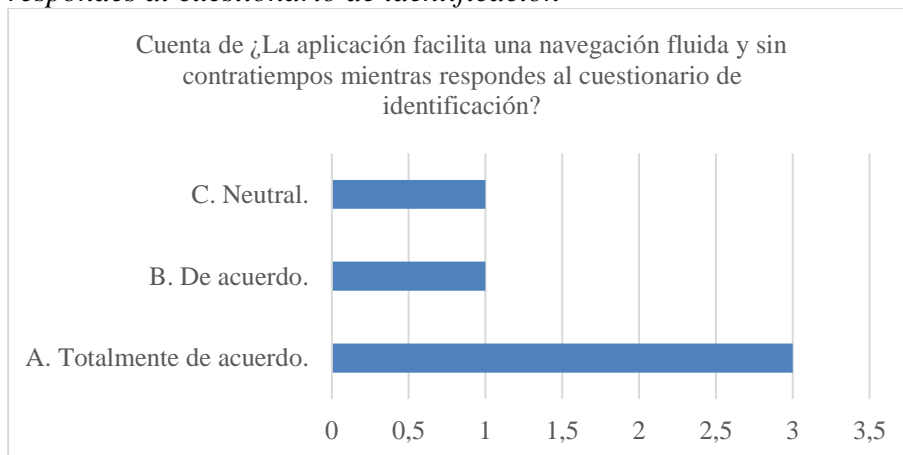
#### Figura 59.

*Pregunta 3 - Es fácil acceder al cuestionario de identificación desde la pantalla de inicio*



#### Figura 60.

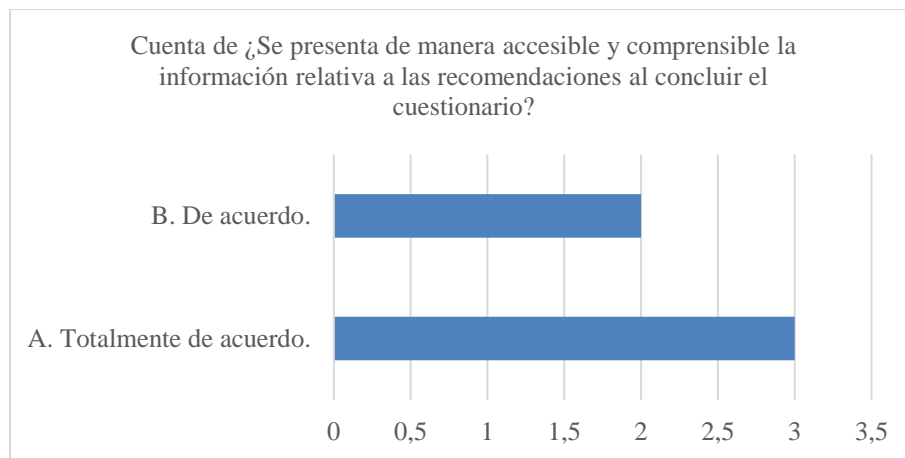
*Pregunta 4 - La aplicación facilita una navegación fluida y sin contratiempos mientras respondes al cuestionario de identificación*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Figura 61.**

*Pregunta 5 - Se presenta de manera accesible y comprensible la información relativa a las recomendaciones al concluir el cuestionario*



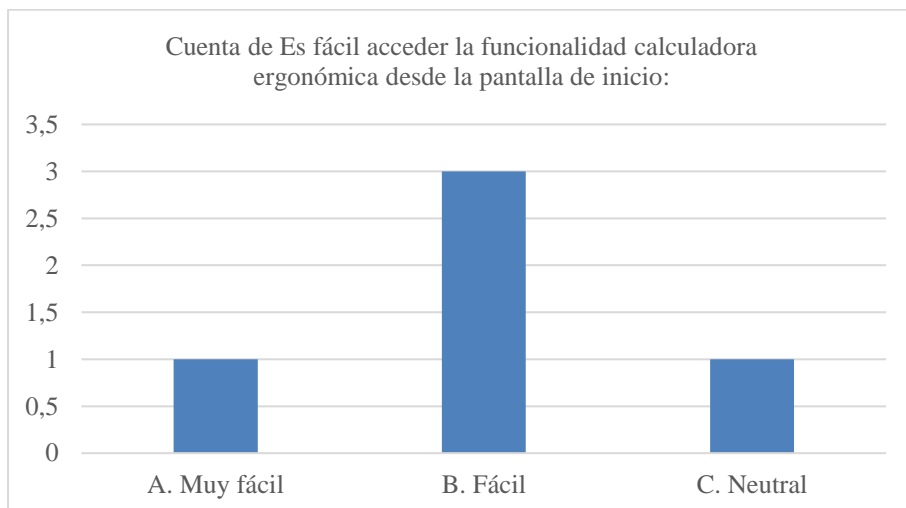
*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Un considerable número de usuarios ha evaluado positivamente las preguntas formuladas en la funcionalidad de cuestionario de identificación, asignándoles calificaciones altas, específicamente, "De acuerdo" y "Fácil". Esta respuesta sugiere que la aplicación cumple satisfactoriamente con el objetivo de funcionamiento y accesibilidad. Los usuarios han compartido recomendaciones adicionales, sugiriendo que se incremente ligeramente el tamaño de la letra en el formulario inicial. Además, expresan el deseo de que, durante el proceso de responder a las preguntas, las opciones no permanezcan marcadas constantemente, sino que la información se borre para permitir la elección de nuevas respuestas en cada ocasión. Estas sugerencias contribuirán a mejorar la experiencia del usuario y optimizar la interacción con la funcionalidad del cuestionario de identificación.

## Funcionalidad calculadora ergonómica

**Figura 62.**

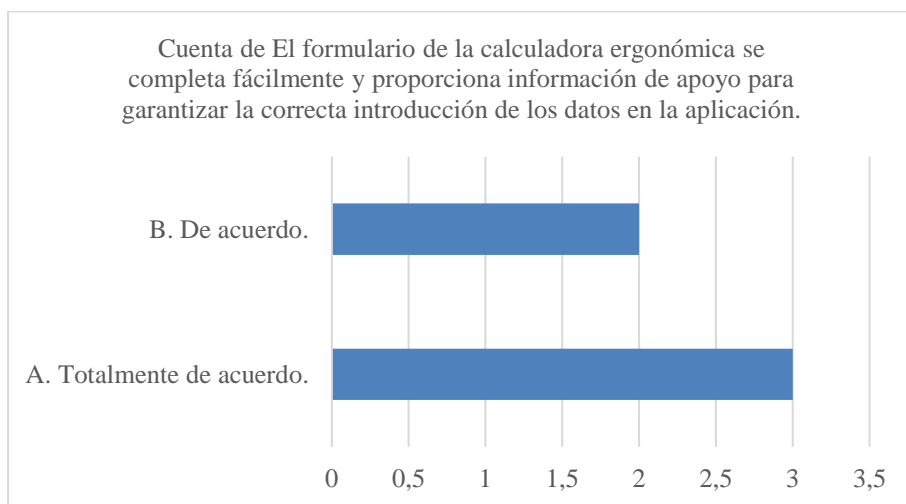
*Pregunta 6 - Es fácil acceder la funcionalidad calculadora ergonómica desde la pantalla de inicio*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Figura 63.**

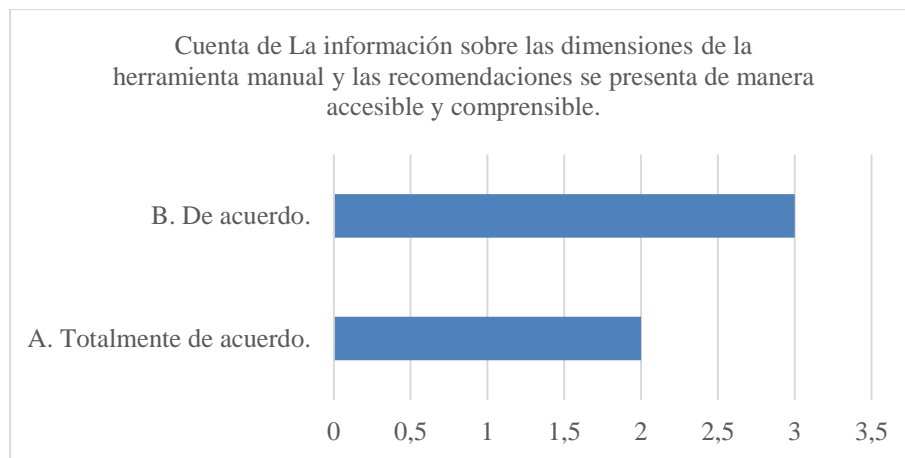
*Pregunta 7 - El formulario de la calculadora ergonómica se completa fácilmente y proporciona información de apoyo para garantizar la correcta introducción de los datos en la aplicación.*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

**Figura 64.**

*Pregunta 8 – La información sobre las dimensiones de la herramienta manual y las recomendaciones se presenta de manera accesible y comprensible.*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Tras analizar las respuestas dadas en la evaluación de la funcionalidad de la calculadora ergonómica, se puede afirmar que un elevado porcentaje de usuarios la califica como "Totalmente de acuerdo" y "Fácil". Este resultado indica que la funcionalidad satisface de manera efectiva los requisitos y objetivos planteados en las fases iniciales del proyecto. Se observó un manejo adecuado de la aplicación por parte de los usuarios, destacando una experiencia positiva en su utilización.

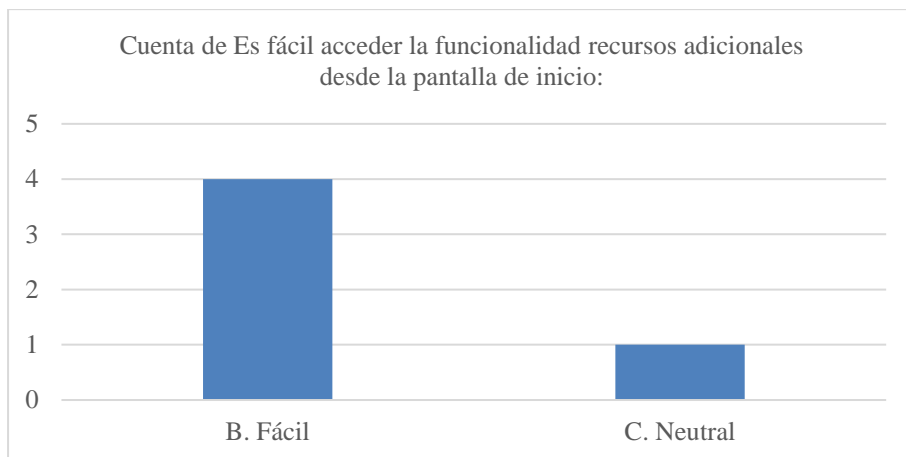
Algunos usuarios han formulado recomendaciones específicas, sugiriendo que la imagen de apoyo para tomar las medidas requeridas por la calculadora no debería ser accedida mediante un botón adicional. En su lugar, proponen que esta imagen se muestre directamente en pantalla, proporcionando así una visualización más directa y accesible. Además, se plantea la necesidad de especificar con mayor claridad el contexto de cada medida, indicando claramente de dónde a dónde se debe realizar la medición. Estas sugerencias apuntan a optimizar aún más la usabilidad

y comprensión de la funcionalidad de la calculadora ergonómica, mejorando la experiencia global del usuario.

### Funcionalidad información recursos prácticos

#### Figura 65.

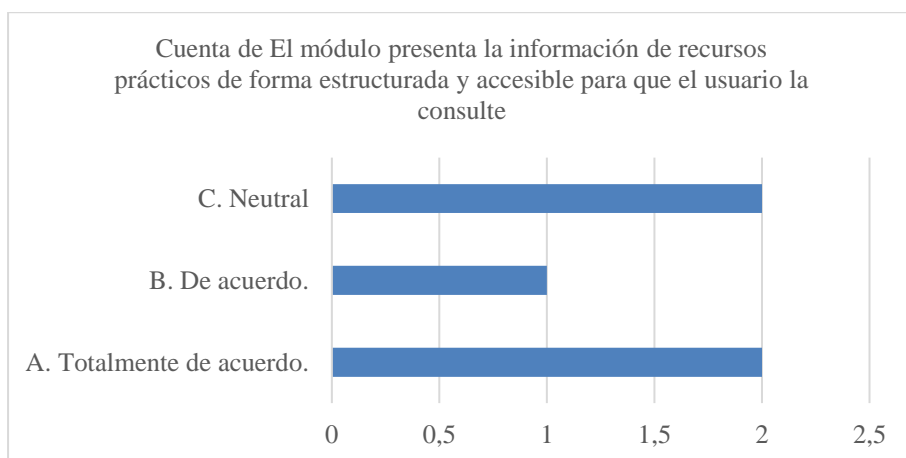
*Pregunta 9 – Es fácil acceder la funcionalidad recursos adicionales desde la pantalla de inicio*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

#### Figura 66.

*Pregunta 10 – El módulo presenta la información de recursos prácticos de forma estructurada y accesible para que el usuario la consulte*



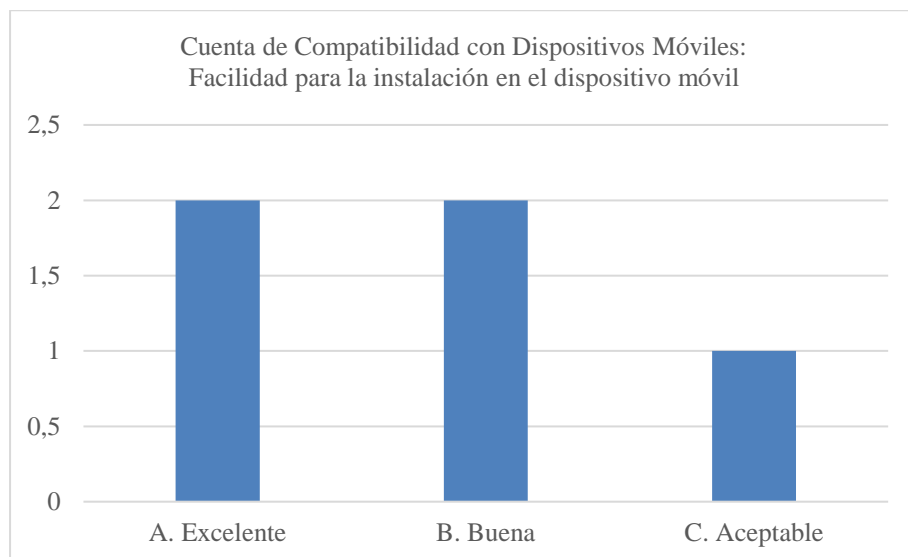
*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

Las preguntas en su mayoría son calificadas por los usuarios como fáciles, totalmente de acuerdo y neutrales, reflejando una aceptación positiva hacia el diseño y la organización de la información en el módulo de recursos prácticos. Durante la evaluación, se destacó la correcta navegación entre los diversos recursos que ofrece este módulo. Sin embargo, se observó que algunos elementos, como los videos, experimentaron ciertos retrasos en la carga. Esta función específica será revisada minuciosamente para garantizar un funcionamiento óptimo del aplicativo.

### **Compatibilidad con dispositivos móviles.**

#### **Figura 67.**

##### *Pregunta 11 - Compatibilidad con Dispositivos Móviles*



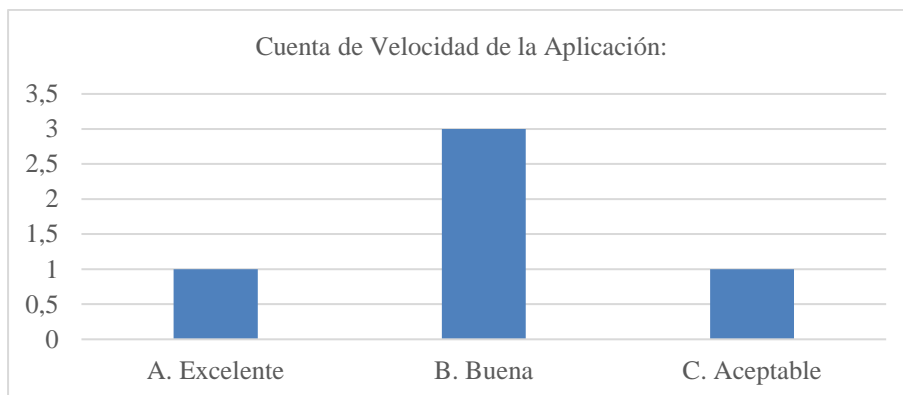
*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El archivo de instalación demostró ser plenamente compatible con los dispositivos de los usuarios encuestados, asegurando así que la aplicación sea compatible con una amplia gama de dispositivos Android.

## Velocidad de la aplicación

**Figura 68.**

*Pregunta 12 – Velocidad de la aplicación*



La aplicación funcionó de manera fluida en los dispositivos de los usuarios, asegurando un uso sin contratiempos de las diversas funcionalidades de la aplicación móvil.

### Prueba de aceptación

Después de realizar las pruebas de funcionamiento de los módulos y recopilar el feedback del usuario a través de encuestas, se elabora una lista para determinar, mediante la prueba de aceptación, si se cumplen o no los requisitos establecidos.

**Tabla 41.**

*Prueba de aceptación*

Item	Descripción	Cumple	No cumple
1	Registro de usuarios	X	
2	Login	X	
3	Perfil de usuario	X	
4	Dashboard	X	
5	Cuestionario de identificación	X	
6	Historial de cuestionarios de identificación	X	
7	Calculadora ergonómica	X	
8	Registro de recursos adicionales	X	
9	Consulta de recursos adicionales	X	
10	Terminar sesión de usuario	X	

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### **Resultado**

Luego de realizar exhaustivas pruebas al aplicativo, se puede afirmar que cumple con todos los requerimientos establecidos y demuestra ser funcional. La aplicación brinda al usuario la posibilidad de explorar todas sus funcionalidades mediante una interfaz agradable y accesible, facilitando así una experiencia de navegación fluida. No obstante, durante este proceso de evaluación, se ha identificado la necesidad de mejorar la funcionalidad destinada al administrador, especialmente en lo que respecta al registro de nueva información para recursos adicionales del aplicativo. Se concentra en optimizar esta área específica para asegurar un rendimiento óptimo y una gestión eficiente de los datos.

La funcionalidad evaluada de la aplicación se traduce en el cumplimiento de los siguientes criterios:


- **Identificación y evaluación de riesgos:** La aplicación proporciona herramientas para realizar evaluaciones de riesgos en tiempo real durante los procesos de cosecha y postcosecha. Esto permite identificar y priorizar los riesgos potenciales de manera efectiva.
- **Implementación de medidas preventivas:** La aplicación ofrece recomendaciones generales y mejores prácticas para implementar medidas preventivas. Esto contribuye a reducir los riesgos laborales y garantizar la seguridad de los usuarios.
- **Capacitación de agricultores:** La aplicación incluye módulos de capacitación en seguridad laboral, como fichas y videos. Estos recursos son accesibles para los agricultores en cualquier momento y lugar, fortaleciendo su conocimiento y habilidades en prevención de riesgos.

### *Análisis interno y externo del aplicativo*

Análisis realizado para comprender tanto el entorno externo como interno de la aplicación, con el fin de identificar los factores que influyen en su desempeño. Este análisis busca establecer estrategias adicionales al plan de mantenimiento y actualización (ver en la siguiente parte), para potenciar sus puntos fuertes y mitigar sus debilidades (Ver tabla 43).

**Tabla 42.**

*Matriz DOFA aplicación móvil como herramienta de prevención*

<p><b>Matriz DOFA</b></p> 	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p><b>F1.</b> Interfaz intuitiva y accesible para usuarios de diferentes niveles de alfabetización.</p> <p><b>F2.</b> Accesibilidad móvil para uso en cualquier momento y lugar.</p> <p><b>F3.</b> Versatilidad en las funcionalidades para abordar una amplia gama de riesgos laborales.</p> <p><b>F4.</b> Retroalimentación positiva de los usuarios sobre la usabilidad y funcionalidad.</p>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p><b>D1.</b> Falta de contenido en formatos accesibles para usuarios con discapacidades visuales o de audición.</p> <p><b>D2.</b> Dependencia móvil que excluye a usuarios sin acceso a tecnología.</p> <p><b>D3.</b> Limitaciones en la personalización de las recomendaciones de riesgos ergonómicos para situaciones muy específicas.</p> <p><b>D4.</b> Limitación para incluir o actualizar información dentro de la aplicación,</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p><b>O1.</b> Colaboración con organizaciones dedicadas a la inclusión y accesibilidad.</p> <p><b>O2.</b> Expansión a otros sectores aprovechando la versatilidad en la prevención de riesgos laborales.</p> <p><b>O3.</b> Implementación de tecnologías emergentes.</p> <p><b>O4.</b> Participación en programas de financiamiento para investigación y desarrollo</p>	<p><b>ESTRATEGIAS FO:</b></p> <p><b>F1 + O1.</b> Colaborar con organizaciones dedicadas a la inclusión y accesibilidad para mejorar aún más la interfaz intuitiva y accesible.</p> <p><b>F2 + F3 + O3.</b> Utilizar tecnologías emergentes para mejorar la compatibilidad móvil, la accesibilidad y versatilidad de la aplicación.</p> <p><b>F3 + O2.</b> Expandir a otros sectores aprovechando la</p>	<p><b>ESTRATEGIAS DO:</b></p> <p><b>D1 + O1.</b> Colaborar con organizaciones dedicadas a la inclusión y accesibilidad para desarrollar contenido accesible para usuarios con discapacidades.</p> <p><b>D2 + O3.</b> Implementar tecnologías emergentes para reducir la dependencia móvil y mejorar la accesibilidad para usuarios sin acceso a tecnología.</p>

de nuevas funcionalidades.	versatilidad de la aplicación en la prevención de riesgos laborales. <b>F4 + O4.</b> Utilizar la retroalimentación positiva de los usuarios para guiar la participación en programas de financiamiento y mejorar continuamente la aplicación.	<b>D3 + D4 + O4.</b> Participar en programas de financiamiento para la investigación y desarrollo de nuevas funcionalidades que aborden limitaciones en la personalización y adaptabilidad de la aplicación.
<p><b>AMENAZAS</b></p> <p><b>A1.</b> Cambios potenciales en regulaciones laborales que podrían afectar la funcionalidad.</p> <p><b>A2.</b> Limitaciones presupuestarias que pueden impactar en mejoras y desarrollo.</p> <p><b>A3.</b> Riesgos tecnológicos como fallos de seguridad cibernética o incompatibilidades.</p> <p><b>A4.</b> Competencia en el mercado de aplicaciones relacionadas con la prevención de riesgos laborales.</p>	<p><b>ESTRATEGIAS FA:</b></p> <p><b>F1 + A1.</b> Diversificar la oferta de servicios y sectores objetivo para mitigar el impacto de posibles cambios en regulaciones laborales.</p> <p><b>F2 + A2.</b> Buscar fuentes alternativas de financiamiento y mantener una gestión eficiente del presupuesto para superar limitaciones presupuestarias.</p> <p><b>F3 + A3.</b> Establecer medidas de seguridad cibernética robustas y mantenerse actualizado sobre posibles riesgos tecnológicos.</p> <p><b>F4 + A4.</b> Investigar a la competencia en el mercado de aplicaciones relacionadas y desarrollar estrategias para diferenciar la aplicación y mantener su competitividad.</p>	<p><b>ESTRATEGIAS DA:</b></p> <p><b>D1 + A1.</b> Mantenerse al tanto de los cambios en regulaciones laborales y adaptar rápidamente la funcionalidad de la aplicación según sea necesario.</p> <p><b>D2 + D4 + A2.</b> Buscar oportunidades de financiamiento y colaboración para superar limitaciones presupuestarias y realizar mejoras técnicas.</p> <p><b>D1 + D3+ A4.</b> Analizar las estrategias de la competencia en el mercado y desarrollar alianzas estratégicas para mantener la relevancia y competitividad de la aplicación.</p>

*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

El análisis de la matriz DOFA revela que la aplicación cuenta con una variedad de fortalezas, como una interfaz intuitiva y accesible, compatibilidad móvil y funcionalidades versátiles, respaldadas por una retroalimentación positiva de los usuarios. Estas fortalezas brindan una base sólida para su éxito y viabilidad a largo plazo, cumpliendo con su propósito de prevención de riesgos asociados a la ergonomía en el sector agrícola. Sin embargo, también se

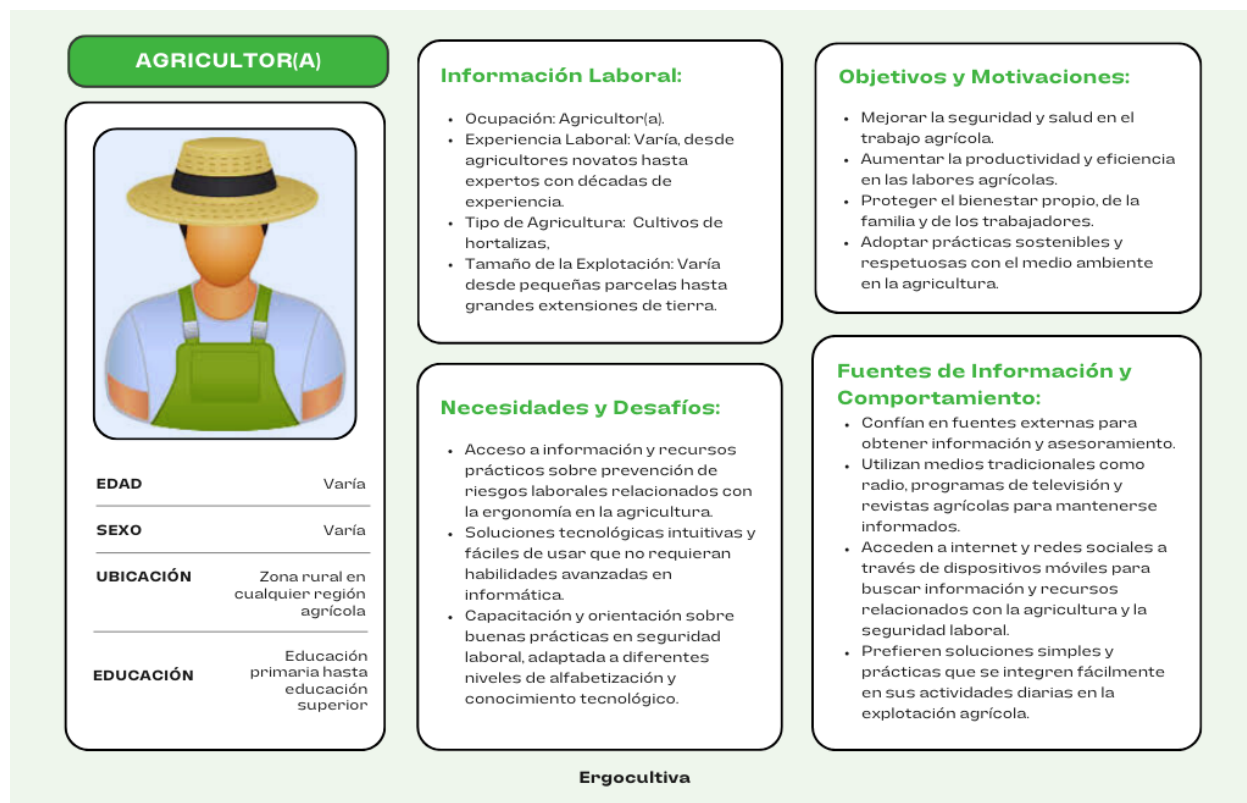
identifican debilidades, como la falta de contenido accesible para usuarios con discapacidades y una dependencia móvil excluyente, que podrían obstaculizar su potencial.

Las oportunidades presentes, como la colaboración con organizaciones de inclusión y el desarrollo de nuevas funcionalidades mediante tecnologías emergentes, ofrecen vías para mejorar y mantener la relevancia de la aplicación en el mercado. Por otro lado, las amenazas, como posibles cambios en regulaciones laborales y la competencia en el mercado, podrían representar desafíos para su éxito continuo.

Sin embargo, al implementar estrategias efectivas que capitalicen las fortalezas, aborden las debilidades, aprovechen las oportunidades y mitiguen las amenazas, la aplicación puede mantenerse y ser viable en cualquier situación. Las estrategias FO, DO, FA y DA proporcionan un marco sólido para enfrentar estos desafíos y garantizar la adaptabilidad y competitividad de la aplicación en un entorno cambiante. En resumen, si se implementan adecuadamente, estas estrategias permitirán a la aplicación no solo mantenerse, sino también prosperar y alcanzar su máximo potencial en el mercado de prevención de riesgos laborales.

### ***Definición del buyer persona del aplicativo desarrollado***

La aplicación móvil desarrollada está dirigida a un amplio espectro de usuarios, específicamente los agricultores. Este grupo demográfico abarca desde agricultores novatos hasta expertos con décadas de experiencia, que se dedican a una variedad de tipos de cosecha (hortalizas) y operan en diversas escalas. La aplicación se ha diseñado para satisfacer las necesidades y desafíos de este grupo diverso en materia de prevención de riesgos asociados a la ergonomía para contrarrestar así accidentes y/o cualquier otro efecto en su salud.

**Figura 69.***Buyer persona del aplicativo*

*Nota:* Esta representación del cliente ideal para la aplicación. Sin embargo, es importante destacar que esta está diseñada para ser utilizada por cualquier persona, independientemente de sus características específicas. *Fuente:* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024).

## **Entrega de aplicación móvil para agricultores de la Vereda Sucre del municipio de Mutiscua**

### *Archivo de instalación y manual de usuario*

Para el proceso de entrega de la aplicación móvil Ergocultiva, a los agricultores de la Vereda Sucre del municipio de Mutiscua Norte de Santander, se realizó por medio de la generación de un link de descarga publicado en Google Drive para descargar el APK de instalador de la aplicación en el siguiente enlace:

## DESCARGA APP ERGOCULTIVA

Finalmente, se llevó a cabo la explicación y entrega del manual de usuario de la aplicación, con el objetivo de garantizar el uso adecuado de todas las funcionalidades disponibles en la aplicación móvil. Esto se hace con la intención de que los usuarios puedan aprovechar al máximo las capacidades de la aplicación. Y que puedan resolver cualquier duda que puedan tener acerca del uso de esta.

## DESCARGA MANUAL DE USUARIO APP ERGOCULTIVA

### **Figura 70.**

*Representación de manual de usuario*



*Fuente.* Autoría propia (Castro & Suarez, 2024)

### ***Plan de mantenimiento y actualización de aplicación móvil***

La implementación de un plan de mantenimiento es esencial para el óptimo desarrollo y sostenibilidad de la aplicación móvil. Este plan no solo busca la mejora continua de la aplicación, sino que también está diseñado para asegurar su funcionamiento ininterrumpido a lo largo del tiempo. Esto fortalece la estabilidad, la eficiencia y la seguridad de la aplicación,

elevando así la experiencia del usuario y manteniendo su relevancia en un entorno tecnológico dinámico y en constante evolución ofreciendo mejores condiciones de seguridad a todos los agricultores usuarios de la aplicación. Este enfoque proactivo no solo responde a posibles desafíos y vulnerabilidades, sino que también sienta las bases para la innovación, la expansión de funcionalidades. Para ello se detallan a continuación las actividades a desarrollar durante el plan de mantenimiento:

- **Mejoramiento continuo:** Analizar periódicamente opciones de mejora de la aplicación móvil, garantizando el funcionamiento continuo de la aplicación abordando todos los problemas o fallos que existan en producción.
- **Feedback de usuarios:** Recopilar y analizar el feedback de los usuarios para así poder resolver errores de la aplicación y también poder identificar opciones de mejora.
- **Respaldo de Datos:** Backup de información delicada durante procesos de actualización o deploy a índices de bases de datos.
- **Documentación sobre aplicación actualizada:** Mantener el documento de manual de usuario actualizado con los últimos cambios de la aplicación móvil.

## Conclusiones

- Después de realizar la identificación de los riesgos ergonómicos se revela la presencia significativa de diversos factores en las labores agrícolas de la Vereda Sucre, como la manipulación manual de cargas, el trabajo repetitivo y las posturas incómodas; asimismo, de la exposición a condiciones relacionadas con el ambiente térmico. Estos riesgos son comunes en ambos períodos de producción, tanto en la fase de cosecha como en la postcosecha de hortalizas.
- La evaluación de los riesgos ergonómicos es fundamental para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores agrícolas. La presencia de estos riesgos y su priorización resalta la importancia de implementar medidas preventivas y de control para reducir la incidencia de lesiones y enfermedades ocupacionales en el sector agrícola.
- El desarrollo exitoso de la aplicación móvil Ergocultiva representa un hito significativo en la búsqueda de soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades de los agricultores de la Vereda Sucre, en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander. Esta herramienta tecnológica cumple con los requisitos establecidos en el proyecto, también tiene como objetivo fundamental mejorar la calidad de vida y el bienestar laboral de los agricultores locales. Destacando por su practicidad y eficiencia, la aplicación se distingue por proporcionar una interfaz fácil de usar y accesible para todos los usuarios, consolidando así un avance importante en la integración de la tecnología para el beneficio de la comunidad agrícola.
- Por otra parte, es crucial llevar a cabo un exhaustivo estudio de las necesidades fundamentales de los agricultores antes de emprender el desarrollo de herramientas tecnológicas. Este enfoque busca asegurar que las soluciones tecnológicas respondan de

manera efectiva a los requerimientos específicos de estas comunidades. De esta manera, durante el proceso de desarrollo, se pueden implementar funcionalidades de alta calidad que satisfagan de manera adecuada las demandas y expectativas de los agricultores, contribuyendo así al éxito y utilidad de las herramientas tecnológicas creadas para estos contextos.

## Recomendaciones

- Dada la escasez de literatura científica específica sobre aplicaciones móviles para la prevención de riesgos ergonómicos en el sector agrícola, se recomienda realizar investigaciones adicionales centradas en esta área. Estudios más detallados y específicos pueden proporcionar una comprensión más profunda de cómo las tecnologías móviles pueden contribuir de manera efectiva a la prevención de riesgos en entornos agrícolas.
- Aunque la muestra de 20 predios y 55 trabajadores proporciona una base sólida para el análisis, se sugiere ampliar el alcance del estudio para incluir un mayor número de predios y trabajadores. Esto permitirá obtener una visión más completa y representativa de los riesgos ergonómicos en el sector agrícola de la región.
- Es importante destacar que, aunque se identificaron varios riesgos ergonómicos, no se evaluó específicamente la carga mental asociada a estas actividades. La evaluación de la carga mental requiere un enfoque y procedimientos distintos que no fueron parte de este estudio. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones aborden este aspecto para obtener una comprensión más completa de los riesgos laborales en el ámbito agrícola de la Vereda Sucre.
- Es necesario realizar una evaluación más detallada de cada factor de riesgo identificado. En lugar de evaluar los riesgos de manera general, se recomienda analizar cada uno de manera individual y específica. Esto ayudará a identificar las causas subyacentes de los riesgos ergonómicos y a diseñar medidas preventivas y de control más efectivas.
- Se sugiere el uso de herramientas especializadas y técnicas de evaluación ergonómica para obtener una evaluación más precisa y detallada de los riesgos. Estas herramientas

pueden incluir análisis biomecánicos, evaluaciones posturales específicas y mediciones de carga física y mental.

- Es esencial proporcionar programas de capacitación en herramientas tecnológicas a los sectores agrícolas, no limitándose únicamente al manejo y la importancia de estas herramientas, sino también enfocándose en la vasta riqueza de información y aplicaciones disponibles en el mercado.

## Referencias

- Adecco Institute. (12 de Febrero de 2020). *Importancia de las TICs en la minimización de los riesgos laborales*. <https://www.adeccoinstitute.es/articulos/importancia-de-las-tics-en-la-minimizacion-de-los-riesgos-laborales/#:~:text=Permiten%20supervisiones%20inmediatas%2C%20r%C3%A1pidas%20y,laborales%20y%20eventualidades%20ya%20sucedidas.>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). *Manipulación manual de cargas - guía técnica del INSHT*. <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>
- MasProteccionLaboral. (2 de Agosto de 2022). *Riesgos laborales por sectores*. <https://www.masproteccionlaboral.com/blog/riesgos-laborales-por-sectores.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (28 de 02 de 2018). *Ergonomics and Musculoskeletal Disorders*. Ergonomics and Musculoskeletal Disorders
- Angulo, P. C. (2020). *Riesgos ergonómicos en los trabajadores de los invernaderos de la asociación agropecuaria Valle Hermoso. cantón Salcedo. provincia de Cotopaxi. periodo abril- septiembre 2020*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14209>
- Barrantes, P. (s.f.). *Iluminación ambiental. Qué es, dónde y cómo se implementa*. fesiluz: <https://fesiluz.com/iluminacion-ambiental-que-es-donde-y-como-se-implementa>

- Bednář, M., Šimon, M., Rybníkář, F., Ilona Kačerová, Kleinová, J., & Vránek, P. (5 de Marzo de 2023). *Managing Risks and Risk Assessment in Ergonomics—A Case Study*. (S. Cham, Ed.). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-19560-0\\_59](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19560-0_59)
- Belloví, M. B., Calleja, A. H., Mendaza, P. L., Cuixart, C. N., Cuixart, S. N., Frutos, M. O., . . . INSHT, C. N. (2008). *Ergonomía*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%ADa+-+A%C3%B1o+2008.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>
- Borda, j. K. (2019). *Factores de riesgo ergonómicos presentes en las labores de cultivo de flor una revisión literaria*. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1672>
- Cano, J. M. (2019). *Aplicación de las nuevas tecnologías a la prevención de riesgos laborales*. Universidad de Jaén. Jaén: Universidad de Jaén. <https://hdl.handle.net/10953.1/10866>
- Carrasco, R. D. (2022). *Eficiencia de las medidas preventivas para reducir los riesgos disergonómicos por carga postural y movimientos repetitivos en las actividades cosecha y empaclado en la Asociación Agropecuaria La Juliana Olmos en 2022*. Universidad Tecnológica del Perú, Chiclayo . <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6270>
- Carvajal, S. C., Montes, D. L., & Gómez, W. A. (2020). *Reconocimiento de los productos y cultivos del municipio de Mutiscua, Norte de Santander*. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Santander, Bucaramanga. [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/11954/2020\\_Tesis\\_Solanyi\\_Casta%C3%B1o\\_Carvajal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/11954/2020_Tesis_Solanyi_Casta%C3%B1o_Carvajal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Caviedes, D. F., Malagón, J. F., & Riaño, J. D. (2020). *Riesgo ergonómico en posturas y manipulación de cargas en prácticas agrícolas del cultivo de la curuba en el Huila*,

*evaluación y prevención de buenas prácticas ergonómicas para el trabajador artesanal.*

Repositorio de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/659>

Centro de Enseñanza Técnica y Superior. (22 de 12 de 2020). *Conceptos básicos de seguridad*

*industrial*. [https://www.cetys.mx/educon/conceptos-basicos-de-seguridad-](https://www.cetys.mx/educon/conceptos-basicos-de-seguridad-industrial/#:~:text=Se%20denomina%20seguridad%20industrial%20al,e%20incluso%20l)

[industrial/#:~:text=Se%20denomina%20seguridad%20industrial%20al,e%20incluso%20las%20enfermedades%20ocupacionales](https://www.cetys.mx/educon/conceptos-basicos-de-seguridad-industrial/#:~:text=Se%20denomina%20seguridad%20industrial%20al,e%20incluso%20las%20enfermedades%20ocupacionales).

Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.

CROEM. (s.f.). *Prevención de riesgos ergonómicos*.

<https://portal.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>

Dalgo, N. S., Ramos, J. M., Alulema, J. C., & Carvajal, J. R. (2021). Evaluación de riesgos

ergonómicos en productores de cacao. *Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(12), 579–

589. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i12.1433>

DeSeguridad.net. (21 de Septiembre de 2020). *6 características para identificación de los*

*riesgos psicosociales*. [https://deseguridad.net/6-caracteristicas-de-los-riesgos-](https://deseguridad.net/6-caracteristicas-de-los-riesgos-psicosociales/)

[psicosociales/](https://deseguridad.net/6-caracteristicas-de-los-riesgos-psicosociales/)

Díaz, P. A. (2023). *Análisis del Riesgo Ergonómico en el Sector Agrícola en Colombia entre los*

*Años 2015 – 2021. Revisión Bibliográfica (Monografía)*. Corporación Universitaria

Minuto de Dios, Risaralda. Pereira - Colombia: Corporación Universitaria Minuto de

Dios. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17652>

Escuela Colombiana de Rehabilitación. (s.f.). *El papel de la ergonomía cognitiva para optimizar*

*procesos*. <https://www.ecr.edu.co/ergonomia->



Icontec. (s.f.). *NTC 5693-3:2009*. <https://tienda.icontec.org/gp-ergonomia-manipulacion-manual-parte-3-manipulacion-de-cargas-livianas-a-alta-frecuencia-ntc5693-3-2009.html>

INSST. (s.f.). *Ambiente térmico*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/factores-ambientales/ambiente-termico>

INSST. (s.f.). *Ruido y vibraciones*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/factores-ambientales/ruido-y-vibraciones>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2022). *La carga mental de trabajo. definición. dimensiones. modelos explicativos. consecuencias. evaluación. prevención*. <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Tema%209.%20La%20carga%20mental%20de%20trabajo.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (11 de 2022). *Parte 4: “Ergonomía y psicología aplicada”*. <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Tema%207.%20Posturas%20de%20trabajo.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). *Antropometría*. <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf/032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). *Evaluación de Riesgos Laborales*. [https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion\\_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d](https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d)

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2019). *Carga Mental de Trabajo*. <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/carga-mental-ano-2019>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Ambiente térmico*.

<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/factores-ambientales/ambiente-termico>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Manipulación manual de cargas*.

<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/carga-de-trabajo/manipulacion-manual-de-cargas>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Posturas de trabajo*.

<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/carga-de-trabajo/posturas-de-trabajo>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Ruido y vibraciones*.

<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/factores-ambientales/ruido-y-vibraciones>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Trabajos repetitivos*.

<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/carga-de-trabajo/trabajos-repetitivos>

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (2015). *Factores de riesgo ergonómico y causas de exposición*. [https://istas.net/sites/default/files/2019-](https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M3_FactoresRiesgosYCausas.pdf)

[12/M3\\_FactoresRiesgosYCausas.pdf](https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M3_FactoresRiesgosYCausas.pdf)

Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. (s.f.). *Qué es la Prevención de riesgos*

*laborales*. [https://www.osalan.euskadi.eus/a-quien-nos-dirigimos/-/que-es-la-prevencion-de-riesgos-](https://www.osalan.euskadi.eus/a-quien-nos-dirigimos/-/que-es-la-prevencion-de-riesgos-laborales/#:~:text=Es%20la%20disciplina%20que%20busca,fundamental%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos)

[laborales/#:~:text=Es%20la%20disciplina%20que%20busca,fundamental%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos](https://www.osalan.euskadi.eus/a-quien-nos-dirigimos/-/que-es-la-prevencion-de-riesgos-laborales/#:~:text=Es%20la%20disciplina%20que%20busca,fundamental%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos)

- Intencipa, Y. M., & Pérez, D. J. (2020). *Exposición al factor de riesgo ergonómico, desórdenes musculoesqueléticos y aspectos psicosociales asociados a la aparición de los DME en trabajadores de cultivo de flor, una revisión del tema*. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3395>
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). *Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come* (7 ed., Vol. 33). Educational Researcher. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Mantilla, M. C., Ariza, L. L., & Delgado, B. M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *18*(40). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.2.a02>
- Melo, L. M. (2021). *Factores de riesgo en trabajadores del sector agrícola, una revisión bibliográfica*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4053>
- Mite, L. I. (2022). *Análisis y plan de prevención de riesgos ergonómicos para trabajadores de viveros vía a la costa*. Guayaquil: Universidad Del Pacífico. <http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/900>
- Occupational Safety and Health Administration. (s.f.). *Ergonomics*. <https://www.osha.gov/ergonomics>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2017). *Proyecto: Manejo Integral de los Recursos Naturales en el Trópico de Cochabamba y Los Yungas de La Paz*. [https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM\\_Manual\\_de\\_cultivo\\_de\\_hortalizas.pdf](https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo. (2011). *Seguridad y salud en la agricultura*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/document/s/normativeinstrument/wcms\\_161137.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/document/s/normativeinstrument/wcms_161137.pdf)

- Organización Internacional del Trabajo. (Abril de 2018). *Seguridad y salud en el trabajo: ¿por qué los jóvenes están expuestos a riesgos?*. <https://www.ilo.org/infostories/es-ES/Stories/safety-health/youth#intro>
- Organización Internacional del Trabajo. (28 de Abril de 2022). *La seguridad y salud en el trabajo debe sembrarse en el campo colombiano*. [https://www.ilo.org/lima/sala-de-prensa/WCMS\\_843912/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/lima/sala-de-prensa/WCMS_843912/lang--es/index.htm)
- Otzen, a., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*, 35(1), 6. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez, M. A., Vinueza, M. A., Yupanguí, H. R., & Parra, A. D. (2018). Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) como forma investigativa interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación estudiantil. *E-Ciencias de la Información*, 9(1). <https://doi.org/10.15517/eci.v1i1.33052>
- Polania, L. C., & Gómez, D. C. (2019). Enfermedades y accidentes laborales generados por factores de riesgo en la actividad agrícola. *Mente Joven*, 18. [https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente\\_joven/article/view/7556/6587](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente_joven/article/view/7556/6587)
- Prisma2. (s.f.). *Iluminación: propiedades*. <https://prisma2.com/fotografia-practica/iluminacion-natural/iluminacion-generalidades/>
- Prosac SpA. (25 de Mayo de 2021). *¿Qué es la medición de ruido y vibración?* <https://www.prosac.cl/medicion-de-ruido-y-vibracion/>
- Quirós, C. E., & Brenes, O. S. (2021). Factores ergonómicos de riesgo para los trabajadores agrícolas, en la zona norte de Cartago, Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 34(1), 127-142. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4575>

Rivera, A. (17 de 10 de 2022). Qué es la carga mental y cómo afecta a nuestra salud emocional.

*La Vanguardia.*

<https://www.lavanguardia.com/magazine/psicologia/20221017/8567368/que-carga-mental-como-afecta-nuestra-salud-emocional-pv1v.html>

Rodríguez, J. P., Gutiérrez, S. E., & Flor, T. Y. (15 de 05 de 2017). Riesgos laborales en las empresas. *Polo del Conocimiento*, 2(5), 36.10.23857/pc.v2i5.98

Romero, S. (11 de 02 de 2015). *Factores de riesgo laboral.*

<https://www.coordinacionempresarial.com/factores-de-riesgo-laboral/>

Ruíz, L. R., Tecnologías, C. N., & Trabajo, I. N. (2011). *Manipulación manual de cargas guía técnica del INSHT.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

<https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

SafetyCulture. (15 de Enero de 2024). *¿Qué es la manipulación manual de cargas?*

<https://safetyculture.com/es/temas/manipulacion-manual-de-cargas/>

Salazar, J. M., & Bambula, F. D. (03 de Diciembre de 2021). Riesgos laborales en trabajadores latinoamericanos del sector agrícola: Una revisión sistemática. *Univ. Salud*, 23(3), 337-50. <https://doi.org/10.22267/rus.212303.248>

Sampieri, R. H., Collad, C. F., & Lucio, P. B. (1997). *Metodología de la investigación* .

McGraw-Hill.. [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.).

México D.F: McGraw-Hill.

Sánchez, A. C. (2022). *El uso de las tics en la prevención de riesgos LABORALES*. Universidad de Valladolid. [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55018/TFG-O-](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55018/TFG-O-2143.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2143.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55018/TFG-O-2143.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Secretaria Distrital de Salud. (s.f.). *Resolución número 0024646 de 2008*.

<https://www.saludcapital.gov.co/Documentos%20Salud%20Ocupacional/RESOL.%202646%20DE%202008%20RIESGO%20PSICOSOCIAL.pdf>

Seguros de Riesgos Laborales Suramericana. (29 de Marzo de 2017). *Metodología ARL SURA para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos*.

[https://www.arlsura.com/files/metodologia\\_definitiva\\_ipevr.pdf](https://www.arlsura.com/files/metodologia_definitiva_ipevr.pdf)

Tu-App.net, & Cádiz, J. C. (16 de 09 de 2020). *Aplicaciones móviles y prevención de riesgos laborales*. <https://prevencionar.com/2020/09/16/aplicaciones-moviles-y-prevencion-de-riesgos-laborales/>

Universidad Carlos III de Madrid . (s.f.). *Riesgos mecánicos* .

<https://www.uc3m.es/prevencion/riesgos-mecanicos>

Universidad de Valencia . (08 de 06 de 2016). *5 aplicaciones que facilitan las tareas de prevención de riesgos laborales*. [https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/5-aplicaciones-facilitan-tareas-prevencion-riesgos-laborales-](https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/5-aplicaciones-facilitan-tareas-prevencion-riesgos-laborales-1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971210816)

[1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971210816](https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/5-aplicaciones-facilitan-tareas-prevencion-riesgos-laborales-1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971210816)

[1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971210816](https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/5-aplicaciones-facilitan-tareas-prevencion-riesgos-laborales-1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285971210816)

Universidad Internacional de La Rioja . (2021). Manipulación manual de cargas: importancia de

evaluarlas y prevenirlas. *UNIR*. <https://www.unir.net/ingenieria/revista/manipulacion-manual-cargas/>

Universidad Pontificia Bolivariana . (s.f.). *¿Qué es un accidente de trabajo?*

<https://www.upb.edu.co/es/seguridad-salud-trabajo/accidentes-e-incidentes-de-trabajo>

Universidad San Marcos . (s.f.). *Técnicas de investigación*.

<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1268/LEC%20MET%200008%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad San Marcos. (s.f.). *Técnicas de investigación*.

<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1268/LEC%20MET%200008%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velásquez, C. A., Pérez, G. L., Macías, L. A., Coveña, K. L., Avila, A. A., & Mero, R. A. (01 de Agosto de 2020). Prevención de Riesgos Laborales en el cultivo de Pitahaya, Manabí, Ecuador. *Scielo*, 41(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362020000200002&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362020000200002&script=sci_arttext)

Vélez, D. F. (2015). Los riesgos laborales emergentes. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 5(3), 3-4.

[https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc\\_salud\\_ocupa/article/view/4902/4186](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc_salud_ocupa/article/view/4902/4186)

Vergara, L. E., Hernandez, C. E., & Martinez, J. J. (2020). *Avances tecnológicos de seguridad y salud en el trabajo*. fundación universitaria del área andina, Bogotá.

<https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/4364/Laura%20Edelmira%20Cupa%20Vergara%2C%20Carlos%20Eduardo%20Cortes%20Hern%3%A1ndez%2C%20Jose%20Jorge%20Delgado%20Mart%3ADnez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vigorous, L., Caffaro, F., Cremasco, M. M., & Cavallo, E. (2021). Innovating Occupational Safety Training: A Scoping Review on Digital Games and Possible Applications in Agriculture. *Environmental Research and Public Health*, 18(4).

<https://doi.org/10.3390/ijerph18041868>

XpertoSolutions.com. (02 de 03 de 2017). *¿Qué es una Aplicación Móvil?*

<https://www.xpertolutions.com/x/noticia/item/que-es-una-aplicacion-movil#:~:text=Una%20aplicaci%C3%B3n%20m%C3%B3vil%20o%20app,etc.%20C%20facilitando%20las%20gestiones%20o>

## ANEXOS

## Anexo 1. Encuesta inicial



**ENCUESTA IDENTIFICACIÓN DE  
ACTIVIDADES IMPLICADAS EN LA  
COSECHA Y POSTCOSECHA DE  
HORTALIZAS**

Esta encuesta hace parte de un proyecto de investigación aplicado llamado “**Prototipo de Aplicación móvil para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de Mutiscua**” para el cual se están encuestando a propietarios de los predios involucrados, y que tiene por objetivo identificar las distintas actividades implicadas en la cosecha y postcosecha de hortalizas. La información que nos suministre será de carácter confidencial y será utilizada exclusivamente para efectos académicos y de investigación por los estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD y que son responsables del proyecto. De antemano se le agradece responder esta encuesta de la manera más atenta posible, teniendo en cuenta que no existen respuestas buenas o malas, sino que se trata de llegar a una generalización para un posterior seguimiento.

Adicionalmente, se le informa que; bajo la Ley 1266 de 2008 puede solicitar acceso a la información recolectada así como pedir actualización o rectificación de la misma, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales relacionadas con la recolección, tratamiento y circulación de los datos personales a que se refiere el artículo 15 de la constitución política, así como el derecho a la información establecida en el artículo 20 de la misma; particularmente, en lo que respecta a información financiera, crediticia, comercial y de servicios. De igual manera podrá solicitar la eliminación de la información, siempre y cuando no exista el deber legal de mantenerla.

**A. DATOS GENERALES:**

Nombre del predio:

---

Nombre de quien responde la encuesta:

Cargo:

---

Dirección:

Teléfono:

---

Para ello, usted encontrará una serie de preguntas de tipo selección múltiple. En cada una marque con una (X) en donde mejor se corresponda según su percepción de la realidad.

## **B. PREGUNTAS ENFOCADAS A IDENTIFICAR ACTIVIDADES PREDOMINANTES**

**1. ¿Qué tipo de actividad agrícola predomina en el predio?**

- Agricultura de cultivo ( ) Agricultura de cría ( ) Apicultura ( ) Acuicultura ( )  
 Avicultura ( ) Ganadería ( ) Mixto ( ) Silvicultura ( )

**2. Si su respuesta anterior corresponde actividad agrícola, ¿Qué tipo de productos agrícolas cultiva? (Selecciona todas las que correspondan)**

- (A) Hortalizas  
 (B) Frutas  
 (C) Cereales  
 (D) Legumbres  
 (E) Plantas aromáticas  
 (F) Otros (especificar) \_\_\_\_\_

La siguiente parte de la encuesta está enfocada en el producto agrícola “hortalizas”, si su respuesta anterior las incluye, continúe con el diligenciamiento

## **C. PREGUNTAS ENFOCADAS A LA COSECHA Y POSTCOSECHA DE HORTALIZAS:**

**2. ¿Qué tipo de hortalizas cultiva? (Selecciona todas las que correspondan)**

- (G) Lechugas  
 (H) Brócoli  
 (I) Repollo  
 (J) Zanahorias  
 (K) Otros (especificar) \_\_\_\_\_

**3. ¿Consideras que las actividades de cosecha y postcosecha son realizadas de manera continuada (no existe una interrupción entre ambas)?**

- (A) Si  
 (B) No

**4. ¿Consideras que las tareas realizadas en la cosecha y postcosecha varían en función del tipo?**

- (A) Si  
 (B) No

**5. ¿Cuáles son las principales tareas que realizas durante la cosecha de hortalizas?  
(Selecciona todas las que correspondan)**

- (A) Selección de las hortalizas maduras y sanas
- (B) Corte o recolección
- (C) Manipulación manual
- (D) Otro (especificar) \_\_\_\_\_

**6. ¿Cuáles son las principales tareas que realizas después de la cosecha de hortalizas?  
(Selecciona todas las que correspondan)**

- (A) Limpieza y eliminación de hojas o partes no deseadas
- (B) Selección y clasificación preliminar de las hortalizas
- (C) Empaque de hortalizas (si es el caso)
- (D) Adecuación del empaque o las hortalizas para almacenar
- (E) Transporte de las hortalizas al lugar de limpieza y lavado (si se requiere)
- (F) Limpieza y lavado de las hortalizas (si se requiere)
- (G) Transporte de las hortalizas al lugar de almacenamiento o punto de acopio
- (H) Almacenamiento temporal
- (I) Otro (especificar) \_\_\_\_\_

**7. ¿De las hortalizas que cultivas tiene alguna(s) para proceso de cosecha?**

- (A) Si
- (B) No

**D) PREGUNTA ABIERTA**

**Si desea hacer algún comentario, observación o sugerencia sobre lo expuesto en esta encuesta, por favor escríbala a continuación:**

---


---

---

---

---

### Anexo 3. Lista de comprobación ergonómica

	<b>NOMBRE DE LA PREDIO</b>	Código	
		Versión	
	FORMATO	Fecha	
	<b>FICHA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS</b>	Pág. No. de No.	

INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN				
NOMBRE DEL PROPIETARIO				
NOMBRE DEL PREDIO				
TOTAL DE TRABAJADORES				
ACTIVIDAD				
TIPO DE HORTALIZA				
FACTORES DE RIESGO	CALIFICACIÓN			OBSERVACIÓN
	SI	NO	N/A	
<b>FACTORES ASOCIADOS A CARGA DE TRABAJO</b>				
<b>MANIPULACIÓN MANUAL</b>				
Se deben levantar, sostener y/o depositar objetos (ej. contenedores con hortalizas) manualmente con frecuencia durante la actividad				
Se requiere el levantamiento o descenso manual objetos (ej. contenedores con hortalizas) que deben ser transportados manualmente a grandes distancias				
Se evidencia esfuerzo físico excesivo con frecuencia (empujes o arrastres manual de cargas)				
<b>TRABAJO REPETITIVO</b>				
Se presenta cada poco segundos o se repiten una y otra vez, movimientos o acciones idénticas o similares durante el desarrollo de alguna de las siguientes tareas: <input type="checkbox"/> Lavado de empaque <input type="checkbox"/> Selección de las hortalizas maduras y sanas				

<input type="checkbox"/> Corte o recolección <input type="checkbox"/> Limpieza y/o eliminación de hojas o partes no deseadas <input type="checkbox"/> Selección y clasificación de las hortalizas <input type="checkbox"/> Empaque de hortalizas <input type="checkbox"/> Adecuación del empaque o las hortalizas				
Se utilizan herramientas manuales de manera repetitiva				
Se realizan las mismas tareas sin variedad durante un período prolongado				
<b>POSTURAS INCOMODAS</b>				
Se realiza flexión o extensión excesiva de la columna vertebral				
Se mantienen los brazos por encima de los hombros durante un tiempo prolongado				
Se realiza torsión o rotación excesiva de la columna vertebral				
Se mantienen las rodillas constantemente flexionadas o extendidas				
Se mantienen las muñecas constantemente dobladas o extendidas				
Se mantienen los hombros constantemente elevados o tensos				
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>				
Existe presencia de temperaturas extremas, humedad, y/o corrientes de aire durante la actividad				
Existe ausencia de luz natural durante la realización de todas o parte de las tareas				
Hay maquinarias o equipos que pueden generar niveles de ruido excesivos				
Hay maquinarias o equipos que pueden generar vibraciones				



## Anexo 9. Encuesta de plan de pruebas



### ENCUESTA DE PLAN DE PRUEBAS PARA USUARIOS DE APLICACIÓN ERGOCULTIVA

Esta encuesta hace parte de un proyecto de investigación aplicado llamado “**Prototipo de Aplicación móvil para la prevención de riesgos laborales asociados a la ergonomía en el sector agrícola en la Vereda Sucre del Municipio de Mutiscua**” y está dirigida a los propietarios de los predios involucrados, con el objetivo de obtener retroalimentación sobre el uso de la aplicación móvil. La finalidad es evaluar posibles mejoras y garantizar el cumplimiento de las funcionalidades desarrolladas, proporcionando así una herramienta que alcance eficazmente sus objetivos.

#### INFORMACIÓN DEL USUARIO

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

#### Frecuencia de Uso de Dispositivos Móviles:

- A. Diariamente
- B. Semanalmente
- C. Mensualmente
- D. Ocasionalmente

#### EXPERIENCIA DE USUARIO:

##### **Módulo Inicio de sesión**

Facilidad de Registro de usuario e Inicio de Sesión:

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

Claridad en la Navegación (Pantalla de Inicio y Registro):

Es la facilidad para poder ingresar a la aplicación, recuperar contraseña o crear el usuario

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

**Modulo cuestionario de identificación**

Es fácil acceder al cuestionario de identificación desde la pantalla de inicio:

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

¿La aplicación facilita una navegación fluida y sin contratiempos mientras respondes al cuestionario de identificación?

- A. Totalmente de acuerdo.
- B. De acuerdo.
- C. Neutral.
- D. En desacuerdo.
- E. Totalmente en desacuerdo.

¿Se presenta de manera accesible y comprensible la información relativa a las recomendaciones al concluir el cuestionario?

- F. Totalmente de acuerdo.
- G. De acuerdo.
- H. Neutral.
- I. En desacuerdo.
- J. Totalmente en desacuerdo.

**Modulo Calculadora ergonómica:**

Es fácil acceder la funcionalidad calculadora ergonómica desde la pantalla de inicio:

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

El formulario de la calculadora ergonómica se completa fácilmente y proporciona información de apoyo para garantizar la correcta introducción de los datos en la aplicación.

- A. Totalmente de acuerdo.
- B. De acuerdo.
- C. Neutral.
- D. En desacuerdo.
- E. Totalmente en desacuerdo.

La información sobre las dimensiones de la herramienta manual y las recomendaciones se presenta de manera accesible y comprensible.

- A. Totalmente de acuerdo.
- B. De acuerdo.
- C. Neutral.

- D. En desacuerdo.
- E. Totalmente en desacuerdo.

### **Modulo recursos adicionales**

Es fácil acceder la funcionalidad calculadora ergonómica desde la pantalla de inicio:

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

El módulo presenta la información de recursos prácticos de forma estructurada y accesible para que el usuario la consulte

- A. Muy fácil
- B. Fácil
- C. Neutral
- D. Difícil
- E. Muy difícil

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Velocidad de la Aplicación:

- A. Excelente
- B. Buena
- C. Aceptable
- D. Lenta
- E. Muy lenta

Compatibilidad con Dispositivos Móviles:

*Facilidad para la instalación en el dispositivo móvil*

- A. Excelente
- B. Buena
- C. Aceptable
- D. Mala
- E. Muy mala

### **Sugerencias y Comentarios Adicionales:**

¿Cómo podríamos mejorar la aplicación para satisfacer mejor tus necesidades?

---

Agradecemos sinceramente tu participación. Tu opinión es crucial para mejorar nuestra aplicación y brindar un mejor servicio a los agricultores. ¡Gracias!