

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“IMPACTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL “HEALTHY PLANT”  
PARA DETECTAR ENFERMEDADES FOLIARES EN  
CULTIVOS DE AGUAYMANTO HACIENDO USO DE  
INTELIGENCIA ARTIFICIAL CON CUSTOM VISION EN LA  
CIUDAD DE CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autores:

Bach. José Miguel Medina Cercado

Bach. Javier Alejandro Urteaga Montoya

Asesor:

Ing. Fidel Oswaldo Romero Zegarra

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mi padre.

Recuerdo claramente las palabras de mi abuelita Julia. “Primero tu cartón”, me decía siempre con alegría. Estoy seguro que desde lo más alto del cielo, ella festeja hoy esta alegría junto a todos nosotros.

A mi esposa y mi hijo.

Ustedes son mi soporte y motivación. A ustedes les dedico este logro y mi vida entera, para siempre.

**Javier Alejandro Urteaga Montoya.**

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para terminar mi carrera profesional, cada logro, cada victoria, se los debo a ellos. Aunque quizás estuvimos lejos, pero eso no me detuvo para seguir adelante, siempre estuvieron motivándome para no darme por vencido.

**José Miguel Medina Cercado.**

## AGRADECIMIENTO

A mi madre.

Ni en la investigación más extensa y minuciosa alcanzaría por escrito mi agradecimiento a todo lo que haces por nosotros. Gracias por brindarme siempre tu apoyo absoluto, tu amor incondicional, y las herramientas para ser una persona de bien. Espero llenarte de orgullo y alegrías siempre.

**Javier Alejandro Urteaga Montoya.**

En primer lugar, agradecer a Dios por la salud y la vida, gracias a mis padres por todo el apoyo y el soporte que me dan día a día, gracias a mi esposa y a mi hija Valentina que es lo más lindo que me ha pasado en la vida, el camino no fue sencillo, pero jamás me iba a dar por vencido, cada obstáculo que pase fue un logro que supere, a mis hermanos por confiar en mí y verme siempre como su guía.

**José Miguel Medina Cercado.**

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	30
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de confiabilidad del cuestionario de la variable dependiente .....	27
tabla 2. Prueba w de wilcoxon para el número de plantas detectadas .....	36
tabla 3. Pre-test número de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.....	36
tabla 4. Número de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en el cultivo.....	37
tabla 5. Prueba w de wilcoxon para el tiempo de detección de enfermedad foliar .....	39
tabla 6. Pretest. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.....	39
tabla 7. Post-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.....	40
tabla 8. Prueba w de wilcoxon para el porcentaje de pérdidas de cosecha.....	42
tabla 9. Pre-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto .....	42
tabla 10. Post-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.....	43
tabla 11. Pre-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto .....	45
tabla 12. Post-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto .....	46
tabla 13. Pre-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.....	47
tabla 14. Post-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.....	48

tabla 15. La aplicación healthy plant ayuda a tener una mejor cosecha .....	49
tabla 16. Post-test. La aplicación healthy plant ayuda a tener una mejor cosecha .....	50
tabla 17. Prueba w de wilcoxon para la suma de ítems .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valor nutricional del aguaymanto.....	14
figura 2. Mancha gris.....	16
figura 3. Mancha negra.....	16
figura 4. Pulguilla .....	17
figura 5. Muerte descendente .....	17
figura 6. Marchites vascular .....	18
figura 7. Procedimiento de análisis de datos. ....	28
figura 8. Apk de la aplicacion healthy plant.....	30
figura 9. Interfaz de aplicativo healthy plant.....	31
figura 10. Abriendo la cámara y recortando la imagen. ....	31
figura 11. Seleccionar una imagen del dispositivo.....	32
figura 12. Detección de la enfermedad desde la selección de imágenes .....	32
figura 13. Productor número 1, probando el aplicativo móvil Healthy Plant.....	33
figura 14. Productor número 1, satisfecho con el aplicativo móvil.....	33
figura 15. Productor número 2, probando el aplicativo Healthy Plant.....	34
figura 16. Productor número 2, satisfecho con el aplicativo móvil.....	34
figura 17. Productor número 3, probando el aplicativo móvil Healthy Plant.....	35
figura 18. Productor número 3, satisfecho con el aplicativo móvil.....	35
figura 19. Pre-test. Cantidad de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en cultivo de aguaymanto.....	37
figura 20. Post-test. Cantidad de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en cultivo de aguaymanto.....	38

figura 21. Pre-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.....	40
figura 22. Post-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.....	41
figura 23. Pre-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.....	43
figura 24. Post-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.....	44
figura 25. Pre-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto. ....	45
figura 26. Post-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto. ....	46
figura 27. Pre-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.....	47
figura 28. Post-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.....	48
figura 29. Pre-test. La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha.....	49
figura 30. Post-test. La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha. ....	50

## RESUMEN

En la actualidad existe una creciente preocupación de los agricultores a la hora de ver crecer sus cultivos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) debido a los diferentes tipos de enfermedades foliares que los afectan. Siendo conscientes de la problemática observada, se desarrolló una aplicación móvil llamada “Healthy Plant”, que haciendo uso de la inteligencia artificial con Custom Vision, fue capaz de detectar las enfermedades foliares que esté sufriendo el cultivo de aguaymanto. Healthy Plant permitió a los agricultores capturar la imagen de la hoja, o en su lugar, poder seleccionarla desde la fuente de almacenamiento del dispositivo. Las imágenes de las enfermedades foliares cargadas previamente a la iteración fueron consideradas el entrenamiento del modelo predictivo. La imagen de la hoja proveniente del dispositivo móvil fue cotejada con las distintas enfermedades foliares categorizadas a través de tags o etiquetas en una misma iteración dentro del servicio, lo que dio como resultado la identificación y reconocimiento de la enfermedad foliar que presenta el cultivo. Se concluyó que, de acuerdo a la prueba de hipótesis realizada ( $p < 0.05$ ), la aplicación móvil Healthy Plant impactó positivamente en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto. Mediante la aplicación de la encuesta se determinó que el 73,3% de productores identifican un mínimo de 30 plantas con alguna enfermedad foliar; se redujo de manera significativa el tiempo de detección de la enfermedad y que el porcentaje de pérdida de cosecha, en un nivel moderado, se ve reducido en un 26%.

**Palabras clave:** Aplicación móvil, inteligencia artificial, modelo predictivo, enfermedad foliar, Microsoft Azure, Custom Vision.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado donde la tecnología tiene un impacto muy importante en el desarrollo de nuestra vida diaria, tal es así que gracias a ella nos simplifica la vida de muchas maneras, desde aplicaciones web para mejorar y optimizar procesos de una empresa, hasta el desarrollo de aplicaciones innovadoras como las de detección de imágenes a través de inteligencia artificial, realidad aumentada, entre otros.

La agricultura, con el transcurrir de los años, ha jugado un papel cada vez más importante en el desarrollo económico mundial, debido a esto y con el paso del tiempo se han desarrollado técnicas para mejorar el progreso agrícola, esto permitió una extensión productiva de la industria, así como también la optimización de calidad en los productos con el fin de satisfacer la alta demanda de alimentos a nivel global. Sin embargo, ni siquiera los avances tecnológicos han ayudado mucho a conseguir un beneficio total en los cultivos debido a las diversas enfermedades ocasionadas por bacterias, virus y hongos (Calderón & Hurtado, 2019).

Como sabemos todo cultivo necesita de cuidados especiales y ciertamente la iluminación, abono, agua y pesticidas son necesarios tanto para el crecimiento como el buen desarrollo en la producción de una cosecha, de esta manera poder obtener y garantizar la calidad de los productos finales. Sin embargo, en el mundo existe una gran cantidad de sitios web que apoyan a los agricultores en el monitoreo y control que deben seguir para que sus cultivos no se vean afectados por las diversas enfermedades (Martinez, 2019).

En el mundo, más del 80% de la producción agrícola es desarrollada por pequeños agricultores y las pérdidas suman más del 50% debido a plagas y enfermedades. Existen métodos diversos para detectar enfermedades en cualquier planta, por ejemplo, extrayendo muestras de tejido vegetativo para luego llevarlas a un laboratorio especializado, o en su lugar, contratando un ingeniero agrónomo experto en temas de cultivos para observar la plantación. Cualquiera de los dos métodos es válido, pero la desventaja de este último es el tiempo necesario que requiere para ejecutar este tipo de actividades (Roldán , Roshan, & Sánchez, 2019).

Los principales problemas que afectan a los cultivos son el cambio climático, el calentamiento global, el aumento de la temperatura, y el dióxido de carbono. Esto conlleva grandes pérdidas económicas a nivel global y además se requerirán programas de extirpación y nuevas medidas necesarias para asegurar la autoridad alimentaria en todos los países (Formento, 2010).

Al igual que los seres humanos, las hortalizas son seres que cumplen su ciclo de vida, nacen, crecen, se reproducen y mueren, es por este motivo que también pueden sufrir algunas enfermedades que pueden prevenirse o curarse si sabemos interpretar los síntomas. Como dijo el floricultor español Cristóbal Ortega “las plantas también se estresan y hay que entender su problema” (Pizarro, 2016).

El aguaymanto también conocido como uvilla o uchuva (*Physalis peruviana*), originalmente de los Andes sudamericanos (Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia), donde encontramos mayor diversidad de exotipos, se identifica principalmente por su fruto amarillento, presenta un sabor dulce y es apreciado por su alto contenido de vitaminas A y C, también contiene hierro y fósforo las cuales aportan muchos nutrientes y vitaminas. Pertenece al grupo de frutas semi-ácidas, se puede consumir

como almíbar, postres, entre otros. En Colombia el aguaymanto es exportado a Europa y Estados Unidos, por otro lado, en el Ecuador hay entre 250 y 300 hectáreas de uvilla (*Physalis peruviana*) sembradas, se exporta el 80% de la elaboración, siendo sus principales mercados Francia, Holanda, Alemania, Bélgica e Inglaterra. Uno de los problemas más significativos de la uvilla (*Physalis peruviana*) es que es atacada por ciertos insectos, plagas y enfermedades que afectan el producto y las hojas, es por esto que las pérdidas son significantes y afectan la calidad final del producto (Cárdenas, 2011).

En el 2020, el Perú exportó un total de las 287 toneladas de aguaymanto, esto representa 2 millones 655 mil dólares del total, 240.79 toneladas fueron de aguaymanto orgánico y 46.21 toneladas de aguaymanto natural. Los mercados más importantes a donde se exportó el aguaymanto fueron Estados Unidos, Países Bajos, y Alemania. Según Sierra y Selva Exportadora (SSE), organismo vinculado al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri), nos indica que Huánuco es líder en la producción de aguaymanto orgánico destinado a la exportación. A nivel mundial Colombia es considerado el país con alto índice de niveles de producción y exportación de aguaymanto, continuado por Sudáfrica, Kenia, Inglaterra, Nueva Zelanda, India Zimbabue, Australia, Ecuador y finalmente Perú (El Peruano, 2021).

Para ayudar a entender de mejor manera los conceptos y como estos influyeron en nuestro caso, a continuación, se describió los fundamentos teóricos de nuestra investigación.

Mayormente los productores de aguaymanto están agrupados por cooperativas, consorcios y asociaciones. En cuanto a las pérdidas, estas se pueden iniciar durante la cosecha, durante la recolección y disposición, lo cual representa pérdidas significantes

a los diferentes productores afectando su economía. Existen diferentes causas que generan estas pérdidas postcosecha, las cuales pueden ser biológicas y microbiológicas (principalmente plagas y enfermedades), también podemos ver como el medio ambiente afecta el desarrollo del producto (sobrecalentamiento, heladas, congelación, deshidratación), además de esto las malas prácticas como son: almacenaje, transporte inconveniente, insuficiencia de tecnología, pero principalmente son los factores biológicos y fisiológicos los que generan las pérdidas (Samán Chingay, 2019).

En los últimos años el cultivo de aguaymanto ha logrado una gran importancia en nuestro país debido a que este se puede exportar, hacer conservas, etc. Por esta razón los mercados internacionales exigen cada vez más alimentos de calidad y alto nivel alimenticio. El departamento de Cajamarca es uno de los principales productores y exportadores de aguaymanto, llegando a países como Estados Unidos y Países Bajo (Guerrero Larreátegui & Rojas Espinoza, 2016).

Si nos referimos al aguaymanto, Cajamarca es tierra propicia para cultivarlo, como fruta fresca tiene un 10% de crecimiento y deshidratado tiene un 15% de crecimiento, por lo que solo cubre un 25 %. La manufactura de aguaymanto actualmente cubre menos de 300 hectáreas sembradas en Cajamarca, esto se debe a la poca capacitación que tienen los agricultores, la falta de educación y por no decirlo de otra manera el poco interés de las autoridades locales, nacionales y el mal manejo de chacras que originó la aparición de plagas y enfermedades (Calua Sánchez & Vásquez García, 2017).

Según Roncal (2013), las principales provincias donde encontramos mayor cantidad de cultivos de aguaymanto son: San Marcos, Celendín y Hualgayoc-Bambamarca; donde a la vez se encontró una pérdida en la fertilidad del suelo, ataque de insectos,

hongos, bacterias y otras causas. Este cultivo se adecua fácilmente, una cualidad importante a tener en consideración si se quieren realizar otros estudios. La morfología de la planta, empezando por la raíz el sistema radicular es de 50 a 80 cm, las ramificaciones se extienden entre 10 a 15 cm. El tallo, la rama principal mide entre 1 a 1.5m de extensión y con espaldera pueden llegar a extenderse hasta los 2.5m. Las hojas crecen entre 5 a 15 cm de largo y 4 a 10 de ancho, una planta en suelo fértil cuenta con más de 1000 hojas. La floración inicia desde los 70 a 80 días posteriormente de la siembra, la antesis se hace entre 19 a 23 días. El cáliz crece en su máximo desarrollo de 4 a 5 cm, este cubre el fruto durante toda su evolución y progreso. El fruto, cubierta con baya, es variable de 1.25 a 2.30 cm; el peso varía de acuerdo con los diversos eco tipos de 1.70 a 8.10 g, igualmente sucede con los frutos por planta que varía entre 70 a 1400 unidades.



Figura 1. Valor nutricional del Aguaymanto. HerbaZest, (2020).

Para el desarrollo de la planta de aguaymanto la profundidad recomendada es 60 cm ya que provee condiciones óptimas para el crecimiento de la raíz, cuando el suelo es demasiado fértil el crecimiento es muy excesivo, por lo que se recomienda cultivarla sobre suelos pobres y ásperos con la condición de limitar el crecimiento de la planta.

Esta planta viene experimentando una expansión enorme debido a que su fruto es muy comestible, no obstante, los esfuerzos hechos hasta el momento por mejorar la calidad son muy restringidos (Pássaro Carvalho, 2014).

La problemática que se presenta en la hoja durante el proceso vegetativo del cultivo de aguaymanto puede llegar a generar altos costos en la producción, cuando se presentan las enfermedades estos cobran gran importancia en el aspecto económico, por lo que resulta necesario realizar un diagnóstico y así poder implementar medidas adecuadas para el control de enfermedades. Las enfermedades que afectan principalmente al cultivo de aguaymanto son: mancha gris, mancha negra, muerte descendente, marchitez vascular y pulguilla. En el Perú la exportación de aguaymanto está creciendo considerablemente, por eso es importante tener un adecuado control y así no tener una incidencia en los costos de producción. Realizar el diagnóstico oportuno de estas enfermedades es relevante para evitar pérdidas tanto económicas como de cosecha (Isla Pelaéz, 2016).

La mancha gris causada principalmente por *Cercospora physalidis*, presenta sus síntomas en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Empieza en las hojas viejas y avanza por las hojas nuevas, además del cáliz o capacho, aparece en el ápice, las contusiones son angulosas de 2 a 5mm, por el haz se torna una lesión de color ambarino. Cuando la infección es severa ocasiona defoliación y desgaste de fruto, mayormente aparece en épocas de alta humedad de 60 a 80%.



*Figura 2. Mancha Gris*

La mancha negra es incitada por el patógeno *Alternaria* sp, se presenta en hojas viejas y su inicio se da como pequeñas manchas de color negro. Cuando se reúnen se forman lesiones más grandes, cuando la enfermedad no es controlada presenta un halo clorótico adyacente.



*Figura 3. Mancha Negra*

La pulguilla también llamada “pulga saltona” (*Epitrix cucumeris* Harris) causa daños significativos cuando el ataque se da por las raíces, en algunas épocas forman túneles en los tallos, en cambio en su adultez se alimentan de las hojas, lo cual perfora las mismas formando pequeños hoyuelos. Esto puede causar la caída de las hojas y retardar el crecimiento de la fruta para la exportación.



*Figura 4. Pulguilla*

La muerte descendente o también llamada “mal de tierra” es principalmente causada por *Phoma* sp, bajas temperaturas y alta humedad. Las manchas necróticas son estiradas, las lesiones también se pueden presentar en el cáliz siendo los mismos síntomas que se presentan en las hojas. Toman una coloración café claro a la apertura luego se tornan más oscuras (Moreno Caja, 2013).



*Figura 5. Muerte Descendente*

La marchitez vascular es causada por *Fusarium oxysporum* es la enfermedad más restrictiva en la producción de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), la cual disminuye el rendimiento y la calidad del producto final. Al principio las hojas pierden su rigidez, decaen y finalmente se marchitan tomando una coloración amarillenta, luego se necrosan y mueren (Estupiñan Rodríguez & Ossa Canencio, 2007).



*Figura 6.* Marchites vascular

Ahora bien, la inteligencia artificial es un tema muy amplio de explicar ya que existen un sin fin de definiciones. Por lo tanto, se definió como la capacidad o habilidad que tienen las computadoras para realizar actividades que requieren del conocimiento humano, mejor dicho, queremos que las máquinas piensen y actúen como un ser humano con la capacidad de procesar grandes cantidades de datos en apenas unos segundos.

El siguiente proyecto de investigación tiene como justificación práctica ayudar a los productores de aguaymanto del centro poblado Cashapampa Alto a detectar las enfermedades foliares de sus cultivos de aguaymanto con la ayuda de una aplicación móvil. De evidenciarse el impacto positivo del aplicativo en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto, aumentaría la eficiencia y eficacia en la detección de dichas enfermedades, optimizando el control de la enfermedad foliar, agilizando la toma de decisiones con respecto al cultivo y por tanto mejorando los niveles de pérdida de cosecha debido a las mismas. Con relación a la justificación teórica, aportará en conocimientos con respecto a la implementación de aplicaciones móviles y al uso de la inteligencia artificial, modelos predictivos y algoritmos de reconocimiento de imágenes aplicados al campo de la agricultura.

Custom Vision es un servicio de Azure que permite el reconocimiento de imágenes, nos permitió crear, implementar y mejorar los identificadores de imágenes en función a sus peculiaridades visuales. La diferencia de Custom Vision con Computer Vision, es que el primero nos permite agrupar nuestra data a través de etiquetas y entrenar modelos específicos para detectarlas, este servicio se basa específicamente en usar un algoritmo de aprendizaje automático para estudiar las imágenes. Aquí podemos crear estos “tags” para cada conjunto de imágenes, luego el algoritmo entrena esos datos y calcula su exactitud probándose a sí mismo en esas mismas imágenes. La funcionalidad principal de Custom Vision es la categorización de imágenes aplicando una o varias fórmulas, este servicio está optimizado para reconocer ágilmente las diferencias principales entre imágenes. Por otro lado, es importante resaltar que las imágenes deben tener un tamaño máximo de 4MB (megabyte), además, no menos de 256 píxeles, sino esta será acortada por el servicio (Microsoft, 2020).

Conforme Fernández (2018), para entender el funcionamiento de Custom Vision primero se tuvo que comprender los servicios cognitivos de Azure. Un servicio cognitivo es una serie de servicios de API REST creadas y proveídas por Microsoft para su uso sencillo de la inteligencia artificial. Custom Vision es un servicio de Azure Cognitive Services que nos permite personalizar modelos de visión artificial para acomodar a cada caso específico, por lo tanto, Custom Vision puede aplicarse o adaptarse a casi todos los escenarios posibles, desde semblantes humanos, plantas y animales hasta la detección de objetos y reconocimiento de caracteres.

Un modelo predictivo es aquel que hace uso de técnicas computacionales de análisis de datos para predecir un alto porcentaje de acierto, esto ayuda a deducir la

probabilidad de que ocurran determinados contextos previo a su obtención (AgenciaB12, 2020).

Una aplicación móvil o llamada también app móvil, fue diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil o en una tableta. Son muy útiles hoy en día, ya que cumplen funciones específicas, por ejemplo: aplicaciones de juegos, mensajería, redes sociales, etc. hay que tener mucho cuidado con las aplicaciones móviles, porque, mediante permisos pueden acceder a la información personal (Rodríguez A. , 2020).

A continuación, se describió algunas de las investigaciones antecesoras fundamentales para el desarrollo del proyecto. Estos antecedentes sirvieron para estabilizar la investigación con argumentos sólidos realizados hasta el momento.

Una investigación elaborada por Ferreñan (2019), en su estudio denominado “Sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades en del cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe”, teniendo como objetivo principal desarrollar un sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas o enfermedades que afectan al cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe, se ha tomado en cuenta la forma y el tamaño de cada una de las hojas, sin embargo, para realizar este proyecto consideraron etapas del sistema de visión artificial, lo cuales fueron: capturar la imagen (cámara del dispositivo Android), procesar la imagen con algoritmos para modificar la imagen (para lograr nuevos patrones), y finalmente procesarlas. En este caso el productor de sandía demora de 25 a 30 minutos para identificar alguna enfermedad o plaga en su cultivo.

Según describe Calua Sánchez & Vásquez Garcia (2017) en su investigación denominada “Factores que limitan la producción de aguaymanto en la región Cajamarca, para su comercialización como snack de fruta orgánica deshidratada en el

mercado finlandés para el año 2017”, su objetivo principal fue identificar los factores que limitan la producción de aguaymanto orgánico en la región Cajamarca para su comercialización como snack en el mercado finlandés. Entre los resultados más importantes de la investigación se recalcó, que para el desarrollo de aguaymanto en el Perú hay muchas brechas que subsanar debido a la carencia de educación de los agricultores, no realizan estudios de suelos y por este motivo, no cubren las necesidades de los mercados extranjeros, esto produce que pierdan sus cosechas y se incremente la propagación de enfermedades foliares. Termina concluyendo que existe una baja productividad del aguaymanto en la región de Cajamarca debido al manejo inadecuado y el poco conocimiento de los productores al tratar sus cultivos de aguaymanto y las enfermedades foliares que estos pueden tener.

Teniendo en cuenta lo que describe Giménez, Paullier & Maeso (2003) en su estudio titulado “Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla”, menciona que para identificar una enfermedad foliar en el cultivo se debe definir el tamaño de la muestra a monitorear dependiendo de la superficie. Por cada hectárea y media, una muestra de 32 plantas, asimismo conforme la superficie sea más grande, la muestra debe aumentar proporcionalmente. Finalmente mencionó que, para poder prevenir la aparición de enfermedades y plagas, la información recabada debe estar ordenada y registrada de manera anual en las condiciones que se produjeron de tal manera que se adopten las medidas más oportunas.

Es importante destacar que lo observado en el lugar de estudio fue en su mayoría mucho descuido por parte de los productores en cuanto a la detección de enfermedades foliares que afectan sus cultivos. Esto debido a que los productores realizan la identificación de enfermedades foliares de manera artesanal, y cuando la enfermedad

se torna grave recurren a otros métodos como el envío de muestra a un laboratorio especializado, que tiene una duración aproximada de 3 a 4 semanas y un costo muy elevado, o en su lugar, acuden a expertos agrónomos. Por esta razón se desarrolló una aplicación basada en inteligencia artificial con Custom Vision para detectar las enfermedades foliares en los cultivos de aguaymanto, evaluando tres importantes dimensiones: tiempo, evaluación e identificación de la enfermedad (**ver anexo 3**), las cuales serán de ayuda en la medición de nuestra variable dependiente.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Implementar la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.
- Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en el cultivo de aguaymanto.
- Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el tiempo de detección de la enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.

- Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La aplicación “Healthy Plant” basada en inteligencia artificial con Custom Vision impacta positivamente en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto en la ciudad de Cajamarca.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en el cultivo de aguaymanto.
- La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el tiempo de detección de las enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.
- La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según el propósito, esta investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental.

#### a) Investigación aplicada

De acuerdo con Rus Arias (2020) la investigación aplicada se centra en solucionar problemas reales, el objetivo de esta investigación es dar solución a situaciones que se presentan en la realidad, por tal motivo, su enfoque es claro, observar y asimilar estos problemas y encontrar soluciones eficaces.

También llamada “investigación practica o empírica”; en la investigación aplicada, el problema está determinado y es acreditado por el investigador, es dar soluciones eficaces y con base a un problema que se ha identificado, la finalidad de esta investigación es plantear nuevas proposiciones por medio de la recolección de datos (Rodríguez D. , 2017).

#### b) Enfoque cuantitativo

En este enfoque los planteamientos a investigar son concretos, la hipótesis debe estar planteada anticipadamente, debe ser imparcial y seguir un patrón predecible y bien estructurado, los métodos cuantitativos se diferencian por medir valores cuantificables, la información recopilada nos permite reportar sobre los indicadores, las encuestas son un método utilizado especialmente en este enfoque, con los estudios cuantitativos se pretende explicar y anunciar los fenómenos investigados buscando métodos y relaciones causales entre elementos, permite al investigador medir y analizar datos y probar la hipótesis a partir de datos obtenidos (Mendizabal, 2014).

### c) **Diseño preexperimental**

Según Salas Blas (2013), la investigación preexperimental es de gran utilidad cuando se hace investigaciones en circunstancias naturales donde no se puede tener un control de las variables de contexto.

Por otro lado, Cotero (2016) menciona que una investigación es preexperimental cuando es difícil instituir una relación entre las variables dependiente e independiente y además no hay un control en la elección de los sometidos, por lo que existen dos tipos: Estudio de un caso en una sola medición y prueba y post prueba con un solo grupo.

## **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

### **2.2.1. Población**

De acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2014) menciona que las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

La población fueron todos los productores de aguaymanto de Cajamarca. Villa Andina, la exportadora más importante de este fruto en la ciudad, viene trabajando con 412 productores proveniente de las regiones de Celendín, San Marcos y Hualgayoc.

### **2.2.2. Muestra**

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014), indica que las muestras no probabilísticas o también conocidas como muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado a los propósitos del investigador. Este

tipo de muestras no se basan en fórmulas de probabilidad, sino en la toma de decisiones de los investigadores o de las características de la investigación.

La muestra elegida por conveniencia de acuerdo con los intereses de los investigadores fueron 30 productores de aguaymanto del centro poblado Cashapampa Alto ubicado en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

La técnica utilizada fue la encuesta, el instrumento de recolección de datos fue el cuestionario aplicado a todos los productores de aguaymanto del Centro Poblado Cashapampa Alto (**ver anexo 8**).

Para el análisis de datos usamos el software Jamovi en su versión 1.6.23, así como también el software estadístico por excelencia, IBM SPSS en su versión 26, ya que incorpora opciones avanzadas para el tratado y gestión de los datos obtenidos en el pretest y post test.

#### **2.3.1. Validez del instrumento**

El instrumento fue validado por dos profesionales de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte. Por parte del experto en metodología de la investigación obtuvimos una validación del 80% (**ver anexo 1**) y por parte del experto en ingeniería de sistemas se obtuvo una validación del 88% (**ver anexo 2**), ambas para la variable dependiente.

#### **2.3.2. Confiabilidad del instrumento**

Según Ventura León & Caycho Rodríguez (2017), en la revista académica “El coeficiente de Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad”, nos menciona que el coeficiente de Omega trabaja con las cargas

factoriales, que significa la suma ponderada de las variables, esta hace más estable los cálculos y refleja el verdadero nivel de fiabilidad, en segundo lugar, tampoco depende del número de ítems. En cambio, el Alpha de Cronbach indica la magnitud de la covarianza de los ítems.

El coeficiente Omega mostró un  $\omega = .715$  de medición, con lo cual se concluye que tiene una adecuada confiabilidad para el instrumento (Ver Tabla 1), donde  $\omega$  es el símbolo de coeficiente de Omega.

Tabla 1

*Coefficiente de confiabilidad del cuestionario de la variable dependiente.*

	McDonald's $\omega$
Escala	.715

#### 2.4. Procedimiento

En primer lugar, se buscó información tanto en Cajamarca como en Bambamarca para ver donde había un mayor número de productores de Aguaymanto y la facilidad para ir a realizar la investigación. Luego de una semana, en la Agencia Agraria Bambamarca, se nos brindó los números de teléfonos que tenían registrados en su base de datos para comunicarnos con los productores de las diferentes zonas rurales, después de un par de días nos contactamos con el Sr. Humberto Durant, presidente de la Asociación de Productores de Aguaymanto del Centro Poblado Cashapampa Alto. Días después se acordó una reunión para ir a conversar personalmente y explicarle de qué trataba el proyecto que estuvimos desarrollando; la idea fue de su agrado y nos comentó que son 30 productores que pertenecen a la asociación en esa comunidad. Gracias a esto, se logró realizar la visita a los sembríos, teniendo como primera observación el poco control y manejo de las enfermedades foliares debido al

desconocimiento de las personas encargadas de realizar el seguimiento y monitoreo del cultivo. Se procedió a la toma de datos que servirán de base de conocimiento para el modelo predictivo, capturando así un aproximado de 200 fotos de las hojas que presentaban algún síntoma de enfermedad foliar, para luego, en base a la opinión de expertos, categorizarlas a través de etiquetas dentro del servicio y proceder con el entrenamiento de la iteración en Custom Vision. El 24 de mayo se empleó el cuestionario para realizar el pretest y posteriormente se aplicó el estímulo que en este caso fue el aplicativo Healthy Plant. Acto seguido se pactó la fecha para realizar el post test ejecutándolo el 20 de junio. Una vez concretado el pre y post test, se utilizó estadística descriptiva y la prueba Wilcoxon; que consiste en cotejar un grupo antes y después, es decir, contrastar estas muestras relacionadas. Para el análisis y procesamiento de datos se usó el software IBM SPSS en su versión 26 ya que es el software más utilizado a nivel global en el ámbito académico.



Figura 7. Procedimiento de análisis de datos.

## 2.5. Aspectos éticos

En el desarrollo del presente proyecto de investigación, se dio a conocer a todos los productores, stakeholders y demás interesados que los datos recopilados son netamente para fines académicos y de desarrollo de la investigación, además, que toda la información recopilada será mantenida estrictamente en anonimato. De la misma manera, fueron informados acerca de los propósitos, métodos y beneficios anticipados de la investigación, dando su consentimiento voluntario para hacer uso de los datos proporcionados. Asimismo, todos los participantes del estudio brindaron los datos de manera voluntario dando certeza y conformidad a los mismos (**ver anexo 8**).

De acuerdo con nuestras políticas dentro del aplicativo (**ver anexo 7**), el respeto a la privacidad es fundamental, asimismo, no recabamos datos personales de los usuarios, ni mucho menos se recopila información acerca de la ubicación, direcciones de protocolo de internet (IP) o contactos.

Finalmente, es importante mencionar que, no se usó información de ninguna entidad, empresa o institución para el desarrollo de nuestra investigación, y naturalmente se consideró todos los lineamientos de la Universidad Privada del Norte.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

**Objetivo Especifico 01: Implementar la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.**

Se logró implementar el aplicativo móvil haciendo uso de inteligencia artificial para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto. Para el desarrollo del proyecto se usó las siguientes herramientas, la metodología SCRUM utilizada para gestionar el desarrollo del software; el repositorio GitHub para temas de versionamiento, React Native como framework del proyecto, y tanto NodeJs como JavaScript para la codificación, entre otros. (ver anexo 4).

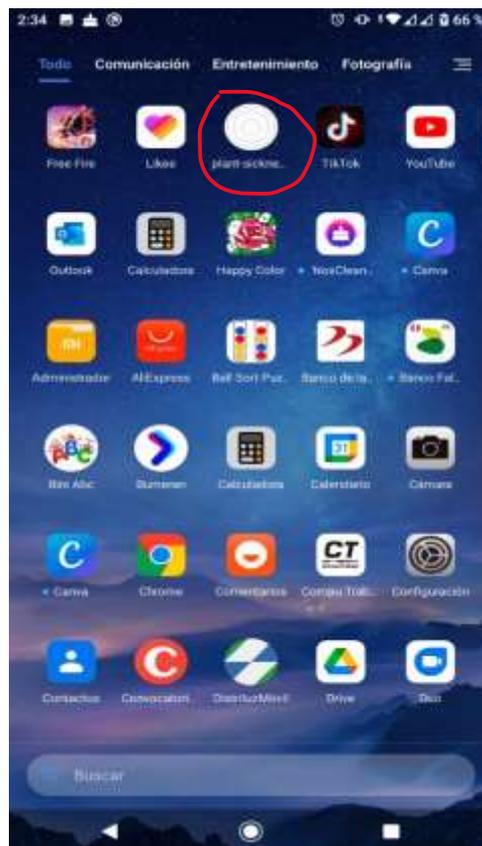


Figura 8. Apk de la aplicación Healthy Plant.



*Figura 9.* Interfaz de aplicativo Healthy Plant.



*Figura 10.* Abriendo la cámara y recortando la imagen.

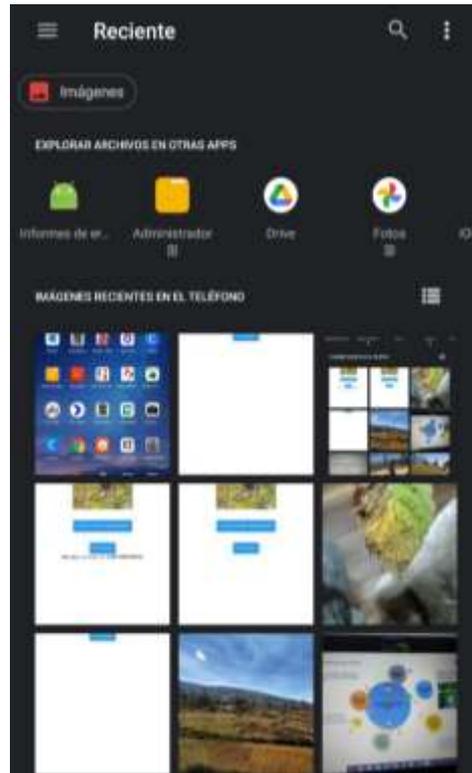


Figura 11. Seleccionar una imagen del dispositivo.



Figura 12. Detección de la enfermedad desde la selección de imágenes



*Figura 13.* Productor número 1, probando el aplicativo móvil Healthy Plant.



*Figura 14.* Productor número 1, satisfecho con el aplicativo.



*Figura 15. Productor número 2, probando el aplicativo Healthy Plant.*



*Figura 16. Productor número 2, satisfecho con el aplicativo Healthy Plant.*



*Figura 17. Productor número 3, probando el aplicativo móvil Healthy Plant.*



*Figura 18. Productor número 3, satisfecho con el aplicativo móvil.*

**Objetivo Especifico 02: Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en el cultivo de aguaymanto**

En la Tabla 2, se observó que existen diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el post test a favor del post test ( $W = 3.629$ ,  $p < .05$ ) junto a un tamaño del efecto moderado ( $d = -.500$ ). Ante ello, se concluyó que la implementación o el uso de la aplicación sí incrementó, moderadamente, el número de plantas con enfermedades foliares detectadas. Para realizar la contrastación del siguiente objetivo se consideró el ítem 1 del cuestionario de la variable dependiente referente a la cantidad de plantas detectadas, se manejó con la siguiente escala: entre 1 a 10 plantas, entre 11 a 20, entre 21 y 30, entre 30 a más plantas (ver anexo 8).

Tabla 2.

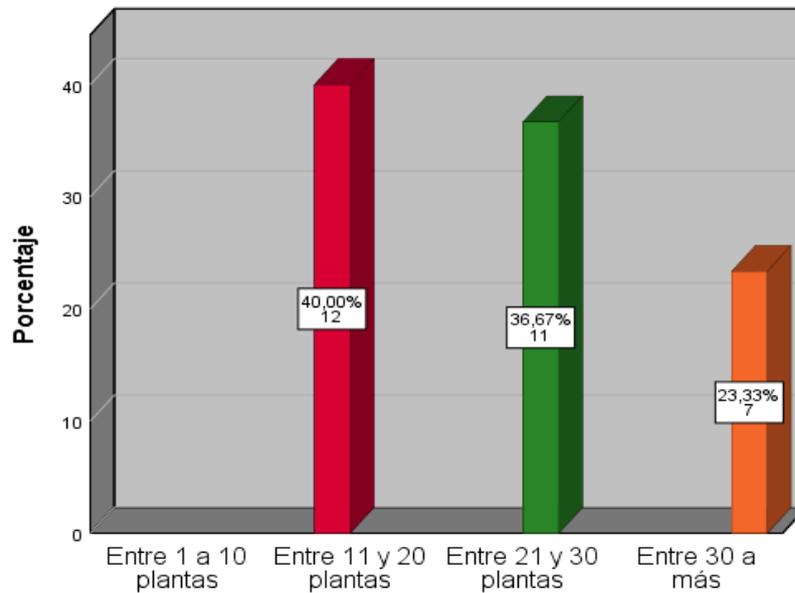
*Prueba W de Wilcoxon para el número de plantas detectadas*

Variable		W de Wilcoxon	Sig.	d
Número de plantas detectadas PRE	Número de plantas detectadas POST	3.629	.000	.500

Tabla 3

*Pretest Número de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Entre 30 a más	7	23,3	23,3	23,3
	Entre 21 y 30 plantas	11	36,7	36,7	60,0
	Entre 11 y 20 plantas	12	40,0	40,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



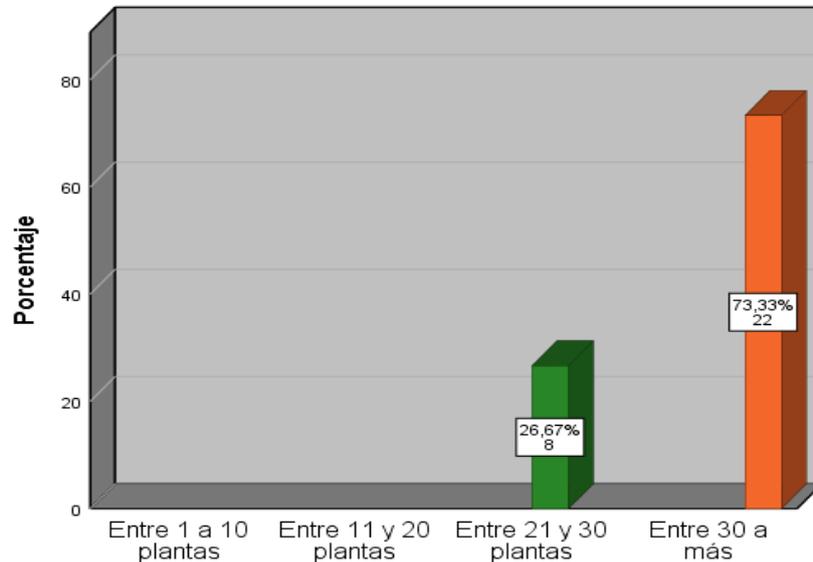
*Figura 19.* Pre-test. Cantidad de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en cultivo de aguaymanto

Del total de productores de aguaymanto del Centro Poblado Cashapampa (30), se logró obtener los siguientes datos, el 0% (0) productores, dijeron que detectan entre 1 a 10 plantas con alguna enfermedad foliar, el 40 % (12) productores respondieron que detectan entre 11 a 20 plantas con alguna enfermedad foliar, el 36.67% (11) productores opinaron que detectaron de 21 a 30 plantas, mientras que el 23.33% (7) dijeron que detectaron de 30 a más plantas con alguna enfermedad.

Tabla 4

*Número de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en el cultivo.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Entre 21 y 30 plantas	8	26,7	26,7	26,7
	Entre 30 a más	22	73,3	73,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



*Figura 20.* Post-test. Cantidad de plantas detectadas con alguna enfermedad foliar en cultivo de aguaymanto.

Del total de productores de aguaymanto, en el post test opinaron que con el aplicativo móvil “Healthy Plant”, el 26.67 % (8) detectaron de 21 a 30 plantas con alguna enfermedad foliar, mientras que el 73.33% (22) productores, dijeron que detectan de 30 a más plantas con alguna enfermedad foliar.

**Objetivo Especifico 03: Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el tiempo de detección de la enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.**

En la Tabla 5 se observó que existen diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el post test a favor del post test ( $W = 4.977$ ,  $p < .05$ ) junto a un tamaño del efecto grande ( $d = .917$ ). Ante ello, se concluyó que la implementación o el uso de la aplicación sí disminuyó, grandemente, el tiempo de detección de plantas con enfermedades foliares. Para realizar la contrastación del siguiente objetivo se consideró el ítem 2 del cuestionario de la variable dependiente referente a tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad

foliar. Dicha variable se midió de acuerdo a la siguiente escala de 1 a 7 días, de 8 a 14 días, de 15 a 21 días y de 22 a 28 días (**ver anexo 8**).

Tabla 5

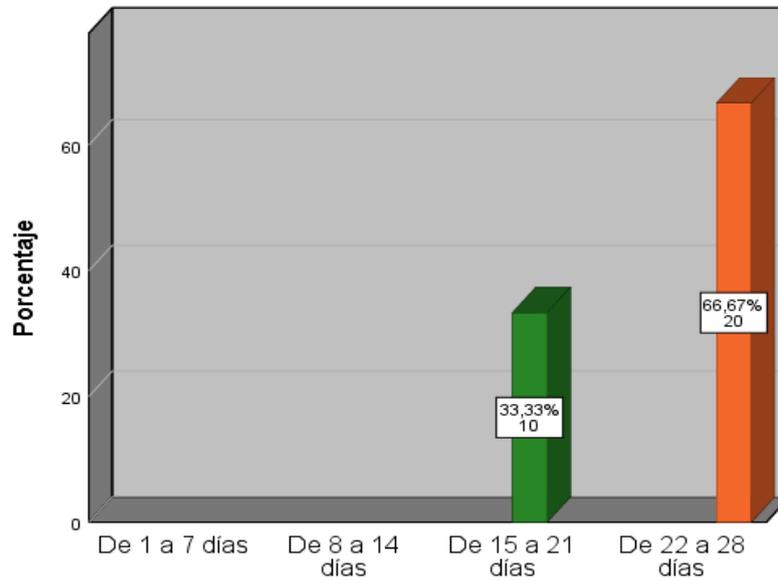
*Prueba W de Wilcoxon para el tiempo de detección de enfermedad foliar*

Variable		W de Wilcoxon	Sig.	d
Tiempo de detección de enfermedad foliar PRE	Tiempo de detección de enfermedad foliar POST	4.977	.000	.917

Tabla 6

*Pretest. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 15 a 21 días	10	33,3	33,3	33,3
	De 22 a 28 días	20	66,7	66,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



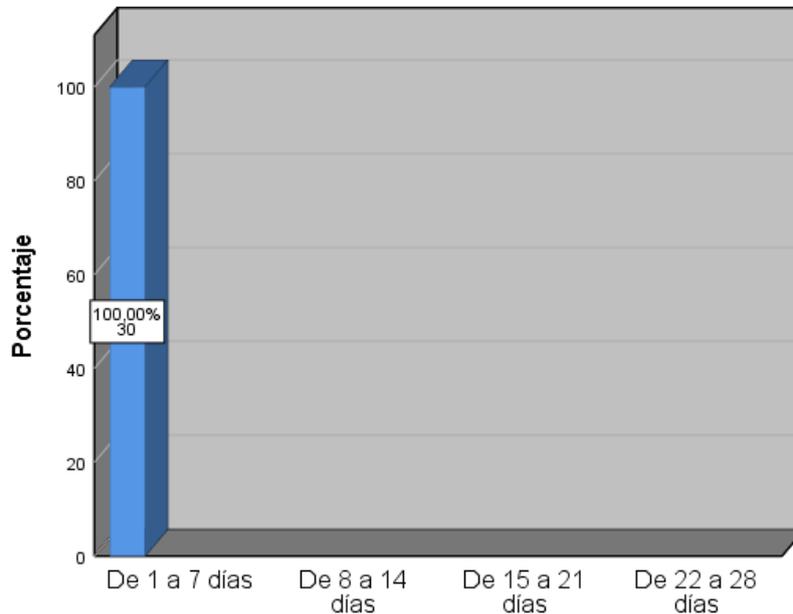
*Figura 21. Pre-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.*

Del total de productores de aguaymanto, el 33.33 (10) productores, respondieron que tardan entre 15 a 21 días en detectar alguna enfermedad foliar, mientras que el 66.67% (20) productores opinó que demora de 22 a 28 días en detectar alguna enfermedad foliar.

Tabla 7

*Post-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 1 a 7 días	30	100,0	100,0	100,0



*Figura 22.* Post-test. Tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en el cultivo de aguaymanto.

Del total de productores de aguaymanto, usando el aplicativo móvil Healthy Plant, el 100% (30) productores de aguaymanto dijo que tarda de 1 a 7 días en detectar alguna enfermedad foliar en sus cultivos de aguaymanto.

**Objetivo Especifico 04: Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.**

En la Tabla 8 se observó que existen diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el post test a favor del post test ( $W = 3.454$ ,  $p < .05$ ) junto a un tamaño del efecto grande ( $d = .823$ ). Ante ello, se concluyó que la implementación o el uso de la aplicación sí disminuyó, grandemente, el porcentaje de pérdidas de cosecha. Para realizar la contrastación del siguiente objetivo se consideró el ítem 4 del cuestionario de la variable dependiente referente al porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar, la escala

manejada fue la siguiente: nada (0%), poco (25%), alguno (50%), casi todo (75%) y todo (100%).

Tabla 8

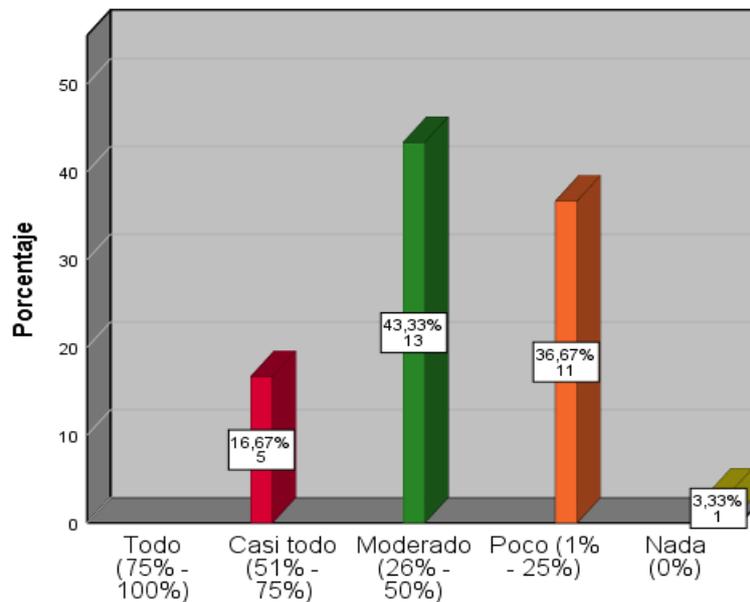
*Prueba W de Wilcoxon para el porcentaje de pérdidas de cosecha*

Variable	W de Wilcoxon	Sig.	d
Porcentaje de pérdidas de cosecha PRE	3.454	.000	.823
Porcentaje de pérdidas de cosecha POST			

Tabla 9

*Pre-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Nada (0%)	1	3,3	3,3	3,3
Casi todo (51% - 75%)	5	16,7	16,7	20,0
Poco (1% - 25%)	11	36,7	36,7	56,7
Moderado (26% - 50%)	13	43,3	43,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	



*Figura 23. Pre-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.*

Del total de productores de aguaymanto, el 16.67% (5) productores, estiman que pierden del 51% al 75% de su cosecha (casi todo) a causa de alguna enfermedad foliar, el 43.33% (13) productores, dijeron que pierden del 26% al 50% (moderado) a consecuencia de alguna enfermedad foliar, el 36.67% (11) productores, aseguran que pierde del 1% al 25% (poco) a causa de alguna enfermedad foliar, mientras el 3.33% (1) productor, dijo pierde 0% (nada) de su cosecha a causa de alguna enfermedad foliar.

Tabla 10

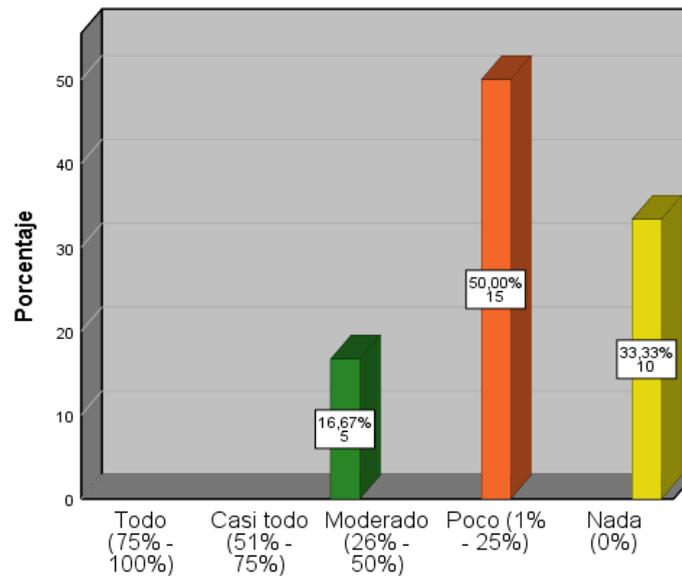
*Post-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Moderado (26% - 50%)	5	16,7	16,7	16,7
	Nada (0%)	10	33,3	33,3	50,0
	Poco (1% - 25%)	15	50,0	50,0	100,0

---

Total	30	100,0	100,0
-------	----	-------	-------

---



*Figura 24.* Post-test. Porcentaje de pérdida de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.

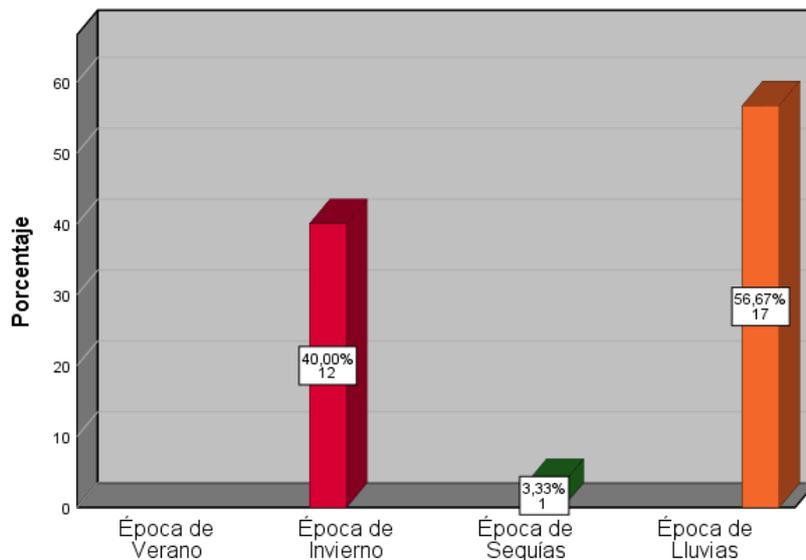
Del total de productores de aguaymanto, al usar la aplicación móvil Healthy Plant, el 16.67% (5) productores dijeron que pierden de 26% a 50% (moderado) a causa de alguna enfermedad foliar, el 50% (15) productores, opinan que pierde de 1% a 25% (poco) a consecuencia de alguna enfermedad foliar, mientras el 33.33% (10) productores, manifiesta que pierde 0% (nada) de su cosecha a causa de alguna enfermedad foliar.

### Estadística descriptiva por ítem del cuestionario.

Tabla 11

*Pre-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Época de Sequías	1	3,3	3,3	3,3
	Época de Invierno	12	40,0	40,0	43,3
	Época de Lluvias	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



*Figura 25. Pre-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto.*

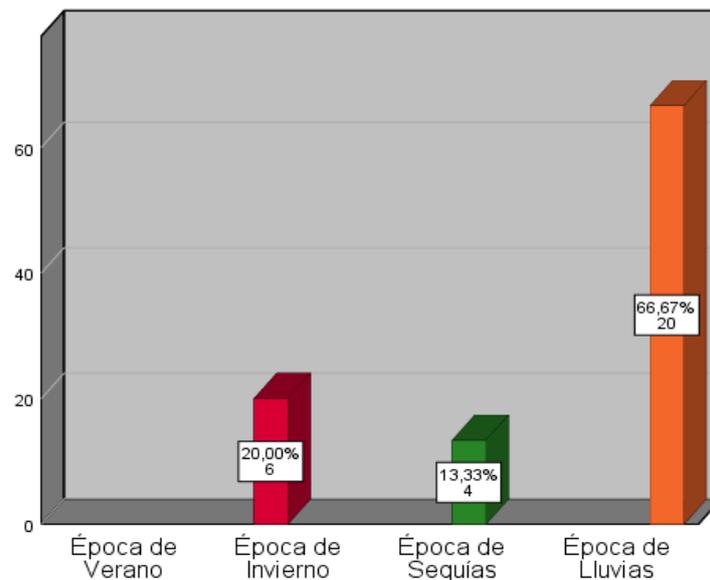
Del total de productores de aguaymanto, el 40% (12) productores dijeron que en época de invierno hay más presencia de enfermedades foliares que afectan sus cultivos, el 3.33% (1) productores, respondieron que en épocas de sequias hay más presencia de enfermedades

foliares que afectan sus cultivos, el 56.67 % (17) productores, opinaron que en épocas de lluvias hay más presencia de enfermedades foliares que afectan sus cultivos.

Tabla 12

*Post-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Época de Sequías	4	13,3	13,3	13,3
	Época de Invierno	6	20,0	20,0	33,3
	Época de Lluvias	20	66,7	66,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



*Figura 26. Post-test. Época del año donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto.*

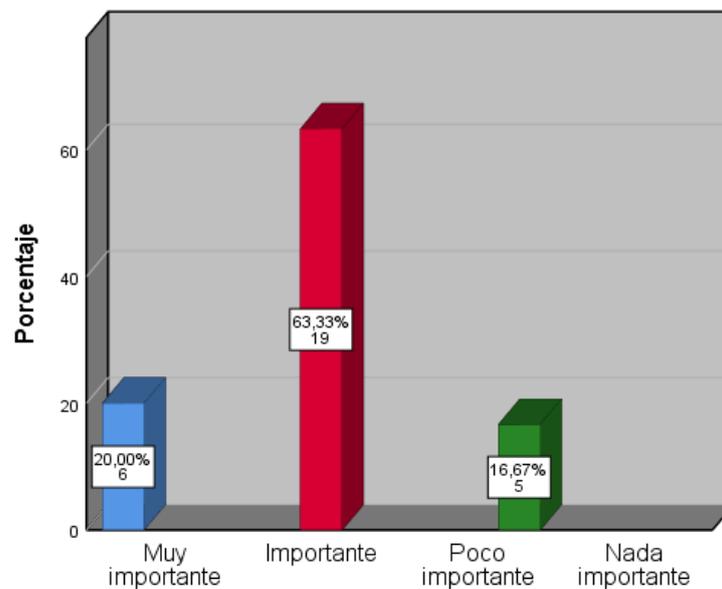
Del total de productores de aguaymanto, usando el aplicativo móvil Healthy Plant, el 20% (6) productos dijeron que en épocas de invierno hay más presencia de enfermedades foliares que afectan sus cultivos, el 13.33% (4) productores, opinaron que en épocas de sequias hay más presencia de enfermedades foliares que afectan sus cultivos, por otro lado el 66.67%

(20) productores, opinó que en épocas de lluvias es donde hay más presencia de enfermedades foliares que afectan sus cultivos de aguaymanto.

Tabla 13

*Pre-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Poco importante	5	16,7	16,7	16,7
	Muy importante	6	20,0	20,0	36,7
	Importante	19	63,3	63,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



*Figura 27. Pre-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.*

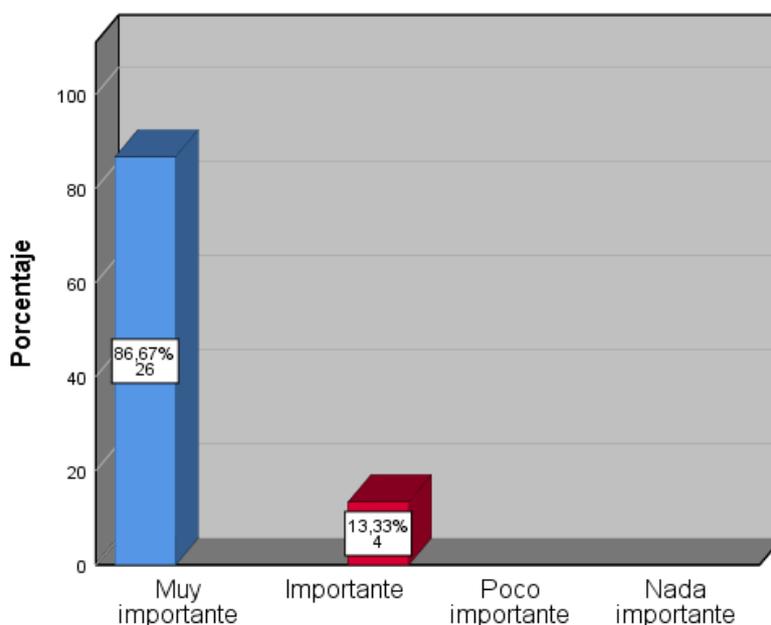
Del total de productores de aguaymanto, el 20% (6) productores, opinaron que es muy importante la detección de enfermedades foliares en sus cultivos de aguaymanto, el 63.33% (19) productores, dijo que es importante la detección de enfermedades foliares en sus

cultivos, mientras que el 16.67% (5) productores, manifestó que es poco importante la detección de enfermedades foliares en sus cultivos de aguaymanto.

Tabla 14

*Post-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Importante	4	13,3	13,3	13,3
	Muy importante	26	86,7	86,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



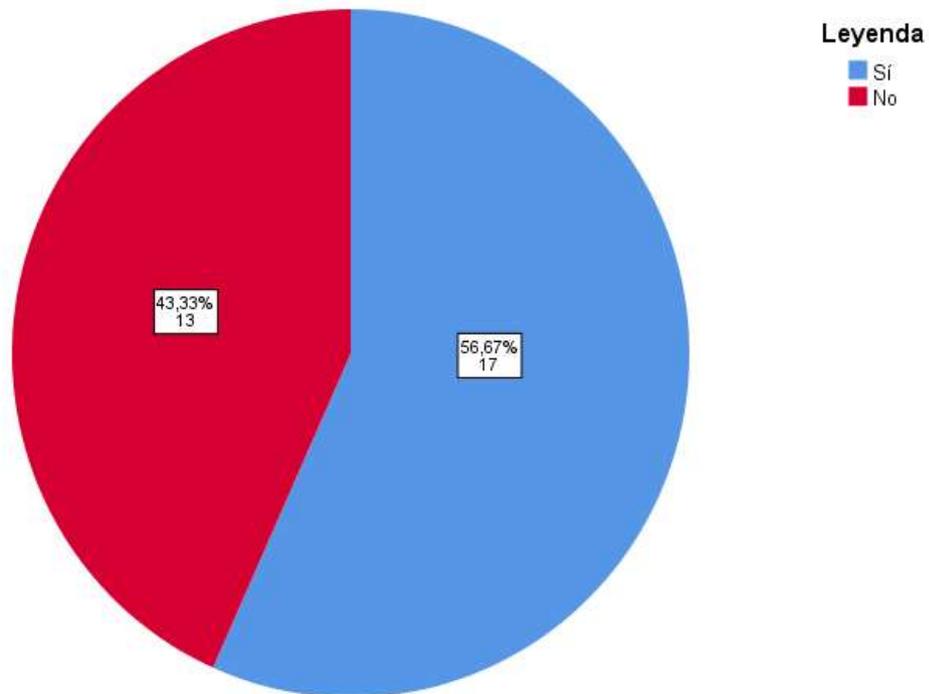
*Figura 28. Post-test. Importancia de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.*

Del total de productores de aguaymanto, luego de usar el aplicativo móvil Healthy Plant, el 86.67% (26) productores, dijo que es muy importante la detección de enfermedades foliares en sus cultivos de aguaymanto y el 13.33% (4) productores aseguraron que es importante la detección de enfermedades foliares en sus cultivos de aguaymanto.

Tabla 15

*La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	13	43,3	43,3	43,3
	Sí	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

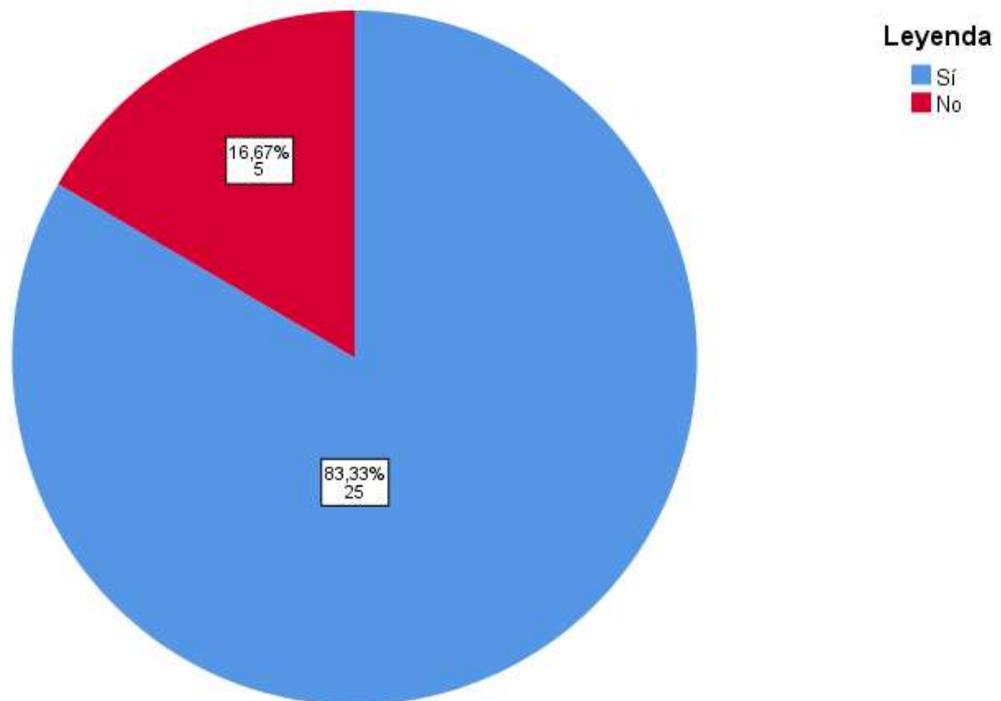


*Figura 29.* Pre-test. La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha. Del total de productores de aguaymanto, el 56.67% (17) productores, exponen que la aplicación Healthy Plant, ayudará a tener una mejor cosecha, entretanto el 43.33% (13) productores dijo que la aplicación Healthy Plant no ayudará a tener una mejor cosecha.

Tabla 16

*Post-test. La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	5	16,7	16,7	16,7
	Sí	25	83,3	83,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	



*Figura 30. Post-test. La aplicación Healthy Plant ayuda a tener una mejor cosecha.* Del total de productores de aguaymanto, luego de usar el aplicativo móvil Healthy Plant, el 80.33% (25) productores dijeron que la aplicación si ayuda a tener una mejor cosecha, el 16.67% (5) productores opinaron que la aplicación no ayuda a tener una mejor cosecha

**Objetivo General: Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.**

Según Tamayo y Tamayo (2003), los objetivos generales dan origen a los objetivos específicos, los cuales identifican las acciones que el investigador va a realizar para ir logrando dichos objetivos. La suma de los objetivos específicos es igual al objetivo general y, por consiguiente, a los resultados esperados de la investigación.

En la tabla 17 se observó que, de acuerdo con la prueba realizada, existen diferencias estadísticamente significativas entre la suma de ítems del pretest y el post test a favor del post test ( $Z = 2.944$ ,  $p < .003$ ), por lo cual, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis de los investigadores ( $H_1$ ). Entonces, se concluyó que la implementación del aplicativo “Healthy Plant” impacta positivamente en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto, haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision. Para la siguiente contrastación se consideró la suma de ítems del cuestionario de la variable dependiente referentes a la cantidad de plantas detectadas (ítem 1), porcentaje de pérdida de cosecha (ítem 4) y tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar (ítem 2).

Tabla 17

*Prueba W de Wilcoxon para la suma de ítems.*

	Promedio
Z	2.944
Sig. Asintótica (bilateral)	.003

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

De acuerdo con Giménez, Paullier & Maeso (2003) con la identificación de una enfermedad foliar en cultivos de frutilla está ligada al monitoreo que se le realice. Se determinó un número de 20 plantas por cada media hectárea y a medida que la superficie crezca, proporcionalmente la muestra también. Nuestros resultados indican que, de acuerdo con la prueba de Wilcoxon realizada al pre y post test de nuestra investigación, el nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) nos dijo que existen diferencias estadísticamente significativas, por lo que se infiere que la aplicación “Healthy Plant” impactó positivamente en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto, encontrando un 73,3% de productores que identificaron un mínimo de 30 plantas con alguna enfermedad foliar haciendo uso del aplicativo.

Según Ferreñan Piscocoya (2019) en su investigación, nos dice que para que un productor detecte alguna enfermedad o plaga en su cultivo de sandía recorre toda su cosecha, tomándole un tiempo aproximado de 30 minutos para identificar alguna plaga o enfermedad, y con el uso del sistema con visión artificial, basta con capturar la imagen y en aproximadamente 1.693 segundos identificar alguna enfermedad o plaga en los cultivos. De manera muy similar en nuestro estudio, y estando de acuerdo con la investigación antes mencionada, el 66% los productores de aguaymanto tardaron entre 22 a 28 días en detectar alguna enfermedad foliar, esto se debe a que el proceso de detección implica llevar una muestra a un laboratorio y procesarla hasta encontrar el patógeno en cuestión, proceso que toma muchos días y a veces hasta semanas en emitir resultados; mientras que haciendo uso del aplicativo Healthy Plant, la detección es de manera instantánea por lo que el 100% de los productores consideraron que el tiempo

de detección de alguna enfermedad foliar en sus cultivos se reduce de 1 a 7 días. Por lo tanto, conforme al nivel de significancia encontrado ( $p < 0,05$ ), se aceptó la hipótesis de los investigadores donde se concluye que el aplicativo redujo significativamente el tiempo aproximado de detección de alguna enfermedad foliar en los cultivos de aguaymanto.

Según lo encontrado en nuestra investigación, el nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) nos permitió inferir que nuestro aplicativo reduce de manera significativa el porcentaje de pérdidas a causa alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto. La investigación de Calua Sánchez & Jackeline (2017) indica que las plantas de aguaymanto se ven expuestas a las distintas enfermedades foliares que afectan su progreso, asimismo considera que la época del año es un factor fundamental en el avance de dichas enfermedades ocasionando pérdidas de hasta la totalidad del cultivo. Tal como hace mención nuestro estudio, el 66% de los productores consideran que la época de lluvias es la más determinante en cuanto a enfermedades foliares se refiere, asimismo indica que el porcentaje de pérdida de cosecha, en un nivel moderado, se vió reducido en un 26% gracias al uso del aplicativo, por lo que estamos en completa conformidad con los hallazgos de la investigación antes mencionada.

De cara a futuros estudios, se recomienda realizar la mayor cantidad de carga de imágenes en la iteración del servicio Custom Vision, debido a que esto es proporcional al nivel de precisión que tendrá el modelo predictivo.

De igual manera, se deberían realizar investigaciones sobre otras maneras de detectar enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto; algoritmos de reconocimiento de imágenes, machine learning, modelos predictivos, realidad aumentada, entre otros; de

esta forma poder llegar a resultados más consistentes en comparación a otras formas de detección de imágenes.

#### **4.1.1. Limitaciones**

Dentro de las limitaciones más relevantes encontradas en del desarrollo de nuestra investigación, la más notable fue el traslado hacia el lugar donde se encuentran los cultivos. Los sembríos de los productores se encuentran en zonas alejadas por lo que el acceso es dificultoso, las carreteras se encuentran en mal estado y el tiempo de viaje es muy extendido. Asimismo, otro de los inconvenientes presentados en el estudio fue la poca disposición de expertos en enfermedades foliares. Se tuvo contacto con el INIA (Instituto Nacional de Investigación agraria), donde la investigadora Alicia Elizabeth Medina Hoyos nos manifestó que actualmente no tienen información referente a aguaymanto y los estudios realizados referentes al tema lo manejan otras entidades. Según el experto agrónomo, el Dr. Manuel Roncal, es complicado poder categorizar el patógeno de la hoja únicamente con la imagen. En nuestro caso, la imagen tuvo que ser lo más nítida posible para su óptima categorización. El proceso natural es llevar a laboratorio estas muestras y definir de manera precisa cual es el tipo de enfermedad foliar que posee el cultivo. Debido a los tiempos y las circunstancias que vivimos hoy en día debido a la pandemia del COVID-19, el contacto con fue únicamente de manera virtual a través de llamadas, correos y videoconferencias.

#### **4.1.2. Implicancias**

Si bien es cierto la presente investigación será de utilidad y en beneficio de los productores de aguaymanto de la zona, existe la posibilidad de poder aplicarlo

en distintas áreas de cultivo. Asimismo, se considera oportuno emplear los conocimientos anteriormente presentados a investigaciones relacionadas a otro tipo de enfermedades, de manera que la base de conocimientos sea más amplia y pueda abarcar más información. De la misma forma, se podría aplicar no solamente a cultivos de aguaymanto sino a otros cultivos.

Se proporciona información veraz, confiable y de acceso público para los fines pertinentes, en especial de la carrera de Ingeniería de Sistemas y temas abocados a la inteligencia artificial.

#### **4.2. Conclusiones**

Se determinó que la aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.

Se logró implementar la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.

Se determinó que la aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en el cultivo de aguaymanto.

Se determinó que la aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el tiempo de detección de la enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.

Se determinó que la aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.

## REFERENCIAS

- Abellán, E. (05 de Marzo de 2020). *Scrum : qué es y cómo funciona esta metodología*.  
Obtenido de <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>
- AgenciaB12. (03 de Febrero de 2020). *¿Qué es un modelo predictivo y cómo se aplica al negocio?* Obtenido de <https://agenciab12.com/noticia/que-es-modelo-predictivo-como-aplica-negocio>
- Armendáriz Barreno, G. A., & Saltos Huaraca, M. G. (2013). Adaptación de las metodologías ágiles SCRUM y Extreme Game Development en una metodología para desarrollo de videojuegos en android. (*Tesis para obtener el Título Profesional de Ingenieros en Sistemas Informáticos*). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Ecuador.
- AWS. (sf de 2021). *Informática en la nube con AWS*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- Barrantes Angulo, C. J., & Alberto, V. P. (2015). Sistema experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en arroz. (*Tesis para optar el título de Ingeniero Informático*). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Barriga Pozada, A. C., & Arrasco Ordoñez, C. (2018). Diagnóstico automático de Roya Amarilla en hojas de café aplicando técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje máquina. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Borja Fernández. (7 de Noviembre de 2018). *Aprendiendo a entrenar modelos de visión artificial con Custom Vision*. Obtenido de <https://www.kabel.es/aprendiendo-custom-vision/>

- Calderón, A., & Hurtado, H. (2019). Machine learning en a detección de enfermedades en plantas. *Tecnología, Investigación y Academia*, 8.
- Calua Sánchez, C. O., & Vásquez Garcia, J. F. (2017). Factores que limitan la producción de Aguaymanto orgánico en la Region Cajamarca para su comercialización como snack de fruta orgánica deshidratada en el mercado de Finlandia para el año 2017. (*Tesis para optar la Licenciatura en Administración*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Calvo, D. (07 de Abril de 2018). *Metodología SCRUM*. Obtenido de <https://www.diegocalvo.es/metodologia-scrum-metodologia-agil/>
- Capitan Chaname, D. J. (2020). Sistema experto para determinar el diagnóstico de enfermedades del cultivo de banano orgánico Williams de la Empresa Ana Banana S.A. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero de Sistemas y Computación*). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.
- Cárdenas, M. B. (2011). Estudio del efecto de la radiacion UV-C sobre el decaimiento poscosecha en uvilla(*Physalis Peruaviana L.*) orgánica. (*Tesis para la obtención del Título de Ingeniero de Alimentos*). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador.
- Celina Oviedo, H., & Campo Arias, A. (2005). Aproximación al uso de coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatria*, XXXIV, 10.
- Cotero, P. (15 de Julio de 2016). *Diseños Preexperimentales*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/disenosdeinvestigacionpsic/>[https://sites-google-com-site-disenosdeinvestigacionpsic](https://sites.google.com/site-disenosdeinvestigacionpsic)

El Peruano. (08 de Abril de 2021). *Más del 80% de aguaymanto que exportó Perú en el 2020 fue orgánico*. Obtenido de <https://elperuano.pe/noticia/118480-mas-del-80-de-aguaymanto-que-exporto-peru-en-el-2020-fue-organico>

Estupiñan Rodríguez, H., & Ossa Canencio, J. A. (2007). Efecto del agente causal de la marchitez vascular de la Uchuva (*Physalis peruviana* L) el hongo *Fusarium oxysporum* Schlecht, sobre algunas solanáceas y otras especies cultivadas afectadas por formas especiales de microorganismos. (*Tesis para optar el título de Microbiólogo Agrícola y Veterinario*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C.

Expo. (sf). *Introducción a Expo*.

Ferreñan Piscocoya, J. E. (2019). Sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero de Sistemas y Computación*). Universidad Privada Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.

Formento, N. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Mancha ocular (*Kabatiella zae*). *Estación Experimental Agropecuaria Paraná*, 15.

Gardey, A., & Porto Pérez, J. (2018). *Definición de JavaScript*.

Giménez, G., Paullier, J., & Maeso, D. (2003). Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla. *Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA*, 63.

Guerrero Larreátegui, L. A., & Rojas Espinoza, J. C. (2016). Adaptación y Rendimiento de cinco ecotipos de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en la parte media del Valle

- Chancay, Lambayeque (Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo). (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Agónomo*). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Perú.
- HerbaZest, q. E. (18 de junio de 2020). *Aguaymanto*. Obtenido de [Ilustración]: <https://www.herbazest.com/es/hierbas/aguaymanto>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill Education.
- Isla Pelaéz, F. M. (2016). Control Biológico del Meloidogyne incognita en Aguaymanto (Physalis Peruaviana L.) por bacterias y hongos Endomicorrícicos. (*Tesis para optar el título profesional de Biólogo*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- León Carrasco, J. C. (16 de Julio de 2015). *La protección de los cultivos es fundamental para aumentar la producción*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/40-de-la-produccion-de-alimento-se-pierde-8729>
- López Grisales, N. (2020). Identificación y conteo de insectos(mosca blanca y minador de hoja) capturados en trampa ashesiva mediante visión e inteligencia artificial. Caso Flores el trigal. (*Tesis para optar el Título de Ingeniera Mecatrónica*). Universidad EIA, Envigado.
- Lucas, J. (4 de Setiembre de 2019). *¿Que es NodeJS y para qué sirve?* Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-nodejs/>
- Martinez, Y. T. (2019). Diseño e implementación de un aplicativo móvil para realizar la detección temprana de la enfermedad de la Sigatoka Negra en los cultivos de plátanos. *Red Regional de Seminario de Investigación*, 11.

- Mendizabal, M. (29 de Mayo de 2014). Enfoque Cuantitativo y Enfoque Cualitativo [Video]. [Archivo de Video]. Youtube. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=P6-4fnNAZvU&t=257s>
- Microsoft. (15 de Diciembre de 2020). *¿Qué es Custom Vision?* Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/cognitive-services/custom-vision-service/overview>
- Moreno Caja, J. (2013). Identificación de fitopatógenos fungosos en tomatillo (*Physalis peruviana* L), en Magdalena. (*Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Agrónomo*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Native, R. (sf). *Componentes principales y componentes nativos*.
- OpenJSFoundation. (sf). *Introducción a Node.js*. Obtenido de <https://nodejs.dev/learn>
- OpenWebinars. (4 de Setiembre de 2019). *¿Qué es NodeJs y para qué sirve?* Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-nodejs/>
- Ortega, B. R., Biswal, R. R., & DelaCruz, E. S. (2019). Detección de enfermedades en el sector agrícola utilizando Inteligencia Artificial. *Instituto Tecnológico Superior de Misantla*, 9.
- Pássaro Carvalho, P. C. (2014). *Physalis peruviana L.: Fruta andina para el mundo*. España: LIMENCOP S.L.
- Pizarro, J. (25 de abril de 2016). *Agriculturers*. Obtenido de <https://agriculturers.com/6-enfermedades-mas-comunes-las-plantas-respectivas-soluciones/>
- Rodríguez, A. (02 de Junio de 2020). *¿Qué es una app y para qué se utiliza?* Obtenido de <https://es.godaddy.com/blog/que-es-una-app-y-para-que-se-utiliza/>

- Rodríguez, D. (17 de Setiembre de 2017). *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- Roldán , B., Roshan, R., & Sánchez, E. (2019). Detección de enfermedades en el sector agrícola utilizando inteligencia artificial. *Research in computing science*, 9.
- Romero, A. C., & Cortes, H. H. (2019). Machine learning en a detección de enfermedades en plantas. *Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*, 8.
- Roncal Ordoñez, M. S. (2013). *Taxonomía de Hongos fitopatogenos Comunes*. Cajamarca: Printed in Perú.
- Rus Arias, E. (10 de Diciembre de 2020). *Investigación Aplicada*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>
- Salas Blas, E. (2013). Diseños preexperimentales en psicología y educación: una revisión conceptual. *Liberabit*, 9.
- Samán Chingay, S. N. (2019). El Sistema de Agronegocios de Aguaymanto en Perú. Transacción productor - procesador, e inserción del aguaymanto en el mercado mundial. (*Tesis para optar el Título de Magister en Agronegocios*). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigacion Científica cuarta edición*. México: LIMUSA S.A.
- Tovar, M. Y. (s.f.). Diseño e implementación de un aplicativo móvil para realizar la detección temprana de la enfermedad de la Sigatoka Negra en los cultivos de plátanos. *Red Regional de Semilleros de Investigacion*, 11.

Ventura León, J. L., & Caycho Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, niñez y juventud*, 15(1), 4.

WebEmpresa. (2021). *¿Qué es GitHub y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.webempresa.com/hosting/que-es-github.html>

## ANEXOS

### ANEXO N.º 1. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO, VARIABLE DEPENDIENTE



#### FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

##### I. REFERENCIA

- 1.1. Experto: MCs Ing. Laura Sofía Bazán Díaz
- 1.2. Especialidad: Ingeniería de Sistemas
- 1.3. Cargo actual: Docente UPN
- 1.4. Grado académico: Magíster
- 1.5. Institución: Universidad Privada del Norte
- 1.6. Tipo de instrumento: Cuestionario (Detección enfermedades foliares)
- 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca, 17 de mayo 2021

##### II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

Nº	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Formulado con lenguaje apropiado		X				
3	Adecuado para los sujetos en estudio		X				
4	Facilita la prueba de hipótesis		X				
5	Suficiencia para medir la variable		X				
6	Facilita la interpretación del instrumento		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles		X				
9	Tiene secuencia lógica		X				
10	Basado en aspectos teóricos		X				
	Total		40				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = 80\%$

##### III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

La encuesta es la técnica, el instrumento es el cuestionario. Considero se debe analizar la medición de la variable dependiente como objetivo principal del estudio, detallando en base a la teoría la mejor cuantificación para poder determinar el impacto. Hay que recordar que este instrumento será el mismo para el pre y post test por lo que todas las preguntas deberían apuntar a la variable de Impacto. Se debe revisar la ortografía.



.....  
Firma y sello del Experto  
MCs Ing. Laura Sofía Bazán Díaz  
CIP 80146

ANEXO N.º 2. VALIDACIÓN CUESTIONARIO, VARIABLE DEPENDIENTE.

**FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

- 1.1. Experto: Fidel Oswaldo Romero Zegarra
- 1.2. Especialidad: Ingeniero de Sistemas
- 1.3. Cargo actual: Docente
- 1.4. Grado académico: Magíster
- 1.5. Institución: Universidad Privada del Norte
- 1.6. Tipo de instrumento: Cuestionario (Detección de enfermedades foliares)
- 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca 18 de mayo de 2021

**II. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS**

Nº	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de Indicadores	X					
2	Formulación con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio		X				
4	Facilita la prueba de hipótesis		X				
5	Suficiente para medir la variable		X				
6	Facilita la interpretación del instrumento		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles		X				
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>24</b>				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c=88\%$

**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

Cambiar el título de los instrumentos debe decir: “Cuestionario para...”



Firma del Experto

ANEXO N.º 3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.

<b>Variable: Detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto</b>		
<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Pregunta</b>
Tiempo	Tiempo que demora en detectar alguna enfermedad foliar	¿Cuál es el tiempo aproximado que demora en detectar la enfermedad en sus cultivos de aguaymanto?
	Época en la que se hay más presencia de enfermedades foliares	¿En qué época del año hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto?
Evaluación	Porcentaje de pérdida en cultivo de aguaymanto	¿Cuánto es la pérdida de cosecha por parcela, a causa de alguna enfermedad foliar en su cultivo de aguaymanto?
	Nivel de importancia de la detección de enfermedades foliares  Ayuda de la aplicación	¿Considera importante la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto?  ¿Cree usted que la aplicación para detectar enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto usando inteligencia artificial ayudara a tener una mejor cosecha?
Identificación de la enfermedad	Número de cultivos detectados con alguna enfermedad foliar	¿Según la sintomatología de las plantas de aguaymanto, cuantas plantas que tenga alguna enfermedad foliar pudo detectar dentro del cultivo?

#### ANEXO N.º 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “HEALTHY PLANT”.

La implementación que se desarrolló en la aplicación “Healthy Plant” sigue la siguiente metodología ágil, nos enfocamos en la metodología SCRUM, esta define un entorno de trabajo para gestionar proyectos de manera exitosa, ya que fue desarrollada para registrar el desarrollo de software de forma iterativa e incremental (sprints), es usada para proyectos simples hasta proyectos complejos dentro de las organizaciones. Lo mejor de SCRUM es que es una metodología que aumenta la productividad por el hecho de reducir el tiempo de espera para ver todos los beneficios, así el cliente puede ver el desarrollo de todos los procesos por etapas, de esta manera notaremos la satisfacción del cliente, los requisitos pueden cambiar en una etapa temprana del desarrollo por lo que facilita los cambios, al final tendremos un producto más flexible (Armendáriz Barreno & Saltos Huaraca, 2013).

Algunas de las herramientas utilizadas en el desarrollo de la aplicación fueron las siguientes:

NodeJS: Es un entorno de tiempo de ejecución de JavaScript, este entorno de ejecución en tiempo real incluye todo lo que se necesita para ejecutar un programa desarrollado en JavaScript, una de las ventajas de NodeJS se basa en la creación de aplicaciones más rápidas y de manipular una gran cantidad de enlaces simultáneas con un alto nivel de beneficio (OpenWebinars, 2019).

Expo: Es una plataforma para aplicaciones mundiales de React, poseen un conjunto de herramientas y servicios construidos alrededor de React Native, generalmente implementa, edifica y despliega aplicaciones tanto en Android como en IOS, desde la misma base de código de JavaScript o TypeScript (Expo, sf).

React Native: Es un marco de código abierto para crear aplicaciones en Android e IOS, React Native usa JavaScript para acceder a las API de las plataformas, así también describe el aspecto y conducta de su UI (interfaz de usuario) usando componentes React (Native, sf).

Amazon Web Services: Es una plataforma en la nube más afiliada e integra del mundo, ofrece más de 200 productos completos de centro de datos, ofrece desde tecnologías de fundamentos como cómputo, almacenamiento y bases de datos, además como aprendizaje automático e inteligencia artificial (AWS, 2021).

GitHub: Es un repositorio gratuito que nos permite gestionar proyectos y controlar las diferentes versiones de los proyectos, es como un contenedor de proyectos personales que se pueden compartir en línea con los desarrolladores en todo el mundo (WebEmpresa, 2021).

JavaScript: Es un lenguaje de programación que realiza acciones simples y también complejas, por lo general se ejecuta al lado del cliente, aunque también por lado del servidor.

Es importante no confundir JavaScript con Java; son totalmente diferentes, JavaScript nos permite juntar elementos dinámicos e interactivos, como widgets, reloj, hasta un contador de visitas, por ejemplo (Gardey & Porto Pérez, 2018).

## 1. Siguiendo la Metodología SCRUM.

### Plan de proyecto Ágil SCRUM

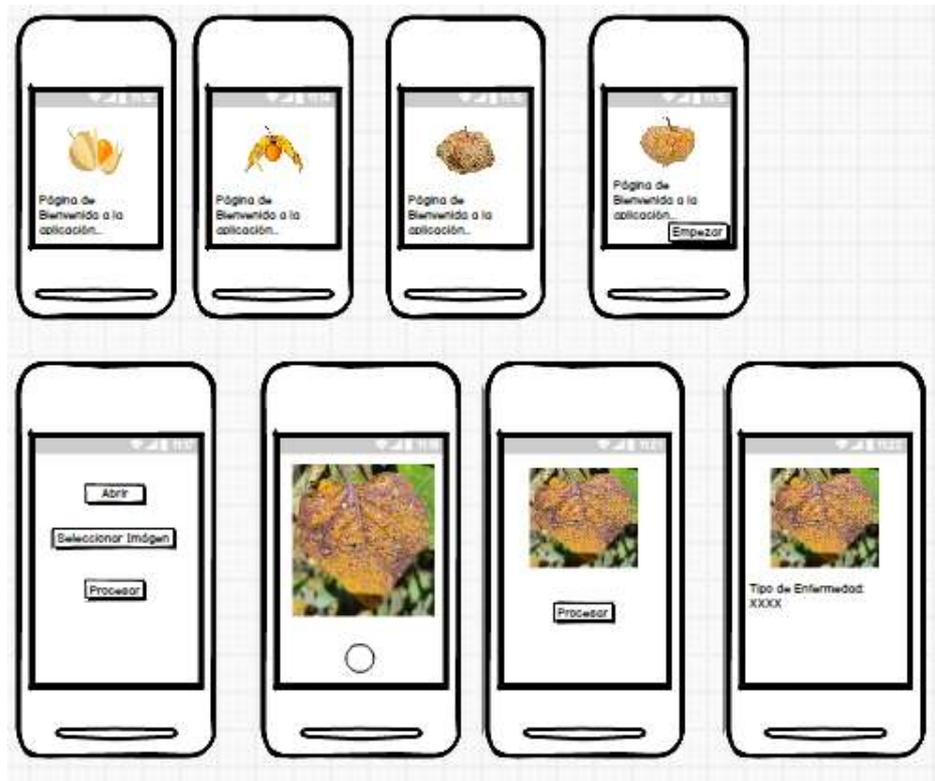
<b>Nombre del proyecto</b>	Aplicación “Healthy Plant”
<b>Gerente del proyecto</b>	Javier Urteaga Montoya
<b>Entregable del proyecto</b>	
<b>Declaración del alcance</b>	La aplicación solo podrá detectar 5 tipos de enfermedades mencionadas en el marco teórico.
<b>Fecha de inicio</b>	5-Ene
<b>Fecha final</b>	30-Jun
<b>Progreso general</b>	100%

Nombre de la tarea	Responsable	Fecha de inicio	Fecha final	Días	Estado
<b>Sprint 1- Toma de Requerimientos</b>					
Crear Prototipos	José	1/5	1/20	15	Finalizado
Revisar Prototipos	Javier	1/21	1/23	2	Finalizado
Entrega Final de Prototipos	José	2/1	2/5	4	Finalizado
<b>Sprint 2- Desarrollo de la Aplicación</b>					
Crear cuenta el Azure	José	5/3	5/8	5	Finalizado
Iniciar servicio Custom Vision	José	5/9	5/12	3	Finalizado
Crear los Logos y cargar imágenes	Javier	5/13	5/18	5	Finalizado
Crear instancia de AWS-EC2	Javier	5/19	5/20	1	Finalizado
Empezamos a codificar	Javier y José	5/21	6/6	16	Finalizado
Empezamos prueba	Javier y José	6/7	6/8	1	Finalizado
Corrección de errores	Javier	6/9	6/12	3	Finalizado
<b>Sprint 3- Desplegar Proyecto</b>					
Crear el apk del proyecto	Javier	6/14	6/16	2	Finalizado
Desplegar proyecto en Play Store	Javier	6/17	6/25	8	Finalizado
Cierre del proyecto	Javier y José	6/27	6/30	3	Finalizado

## 1.1. Toma de Requerimiento.

### 1.1.1. Desarrollo de Prototipos de la aplicación (1er sprint).

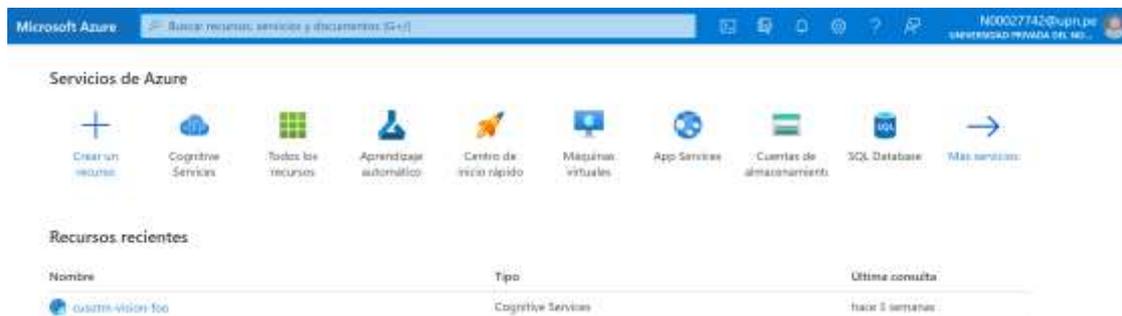
En coordinación con los coautores, product owner, stakeholders y el equipo de desarrollo, se organizó una reunión virtual para ver el diseño previo de la aplicación, expresar ideas y realizar el prototipado del aplicativo. Una vez tomadas las decisiones se procedió a plasmar los prototipos en el software Balsamiq Mockups 3.



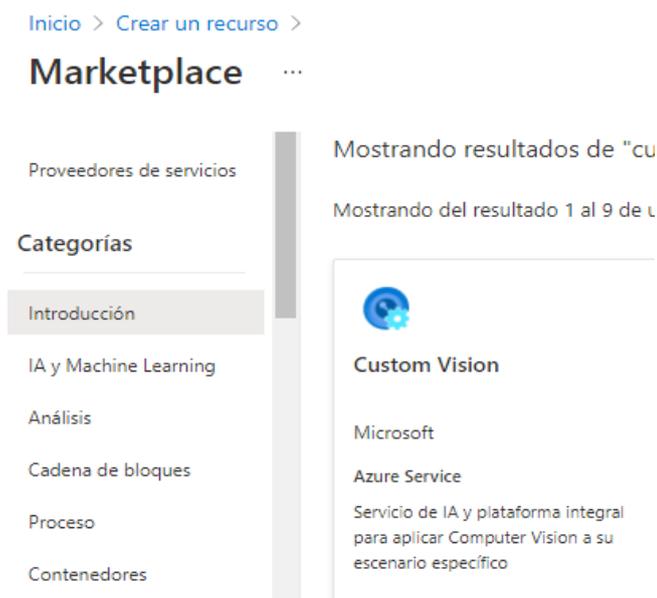
## 1.2. Desarrollo de la aplicación (2do sprint)

De todas las tecnologías que habían relacionadas al campo de la inteligencia artificial, nos llamó la atención una en particular, Custom Vision. Este servicio de Microsoft Azure, gracias a su interfaz y la facilidad de aplicación a distintos proyectos, se acomodó perfectamente a las pretensiones de los investigadores por lo que se eligió como base de nuestro aplicativo.

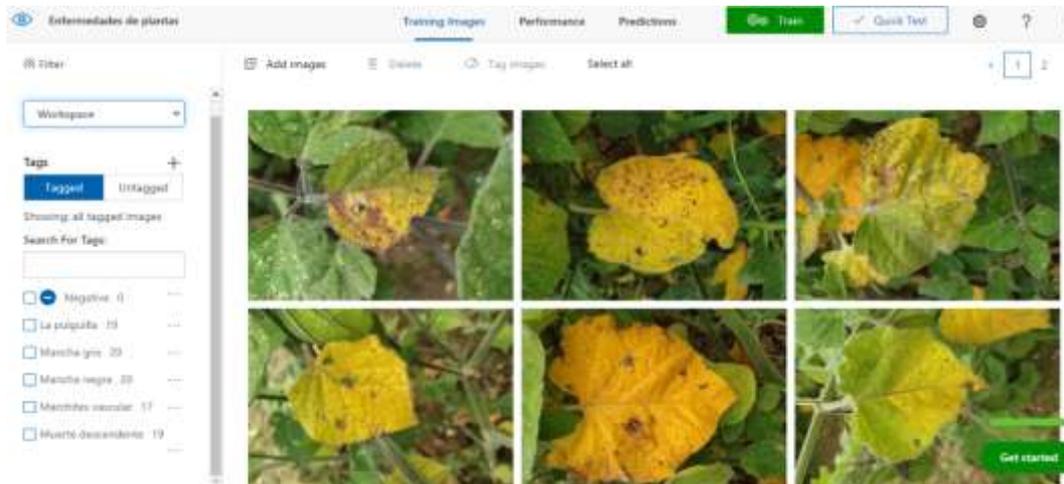
- En primer lugar, creamos una cuenta en Azure for Students con el correo de UPN.



- Luego, iniciamos un servicio y elegimos Custom Vision.



- Una vez creado el servicio, realizamos la categorización o también llamado “tags” para las imágenes de los distintos tipos de enfermedades foliares. Acto seguido se realiza el entrenamiento del modelo predictivo (iteración).



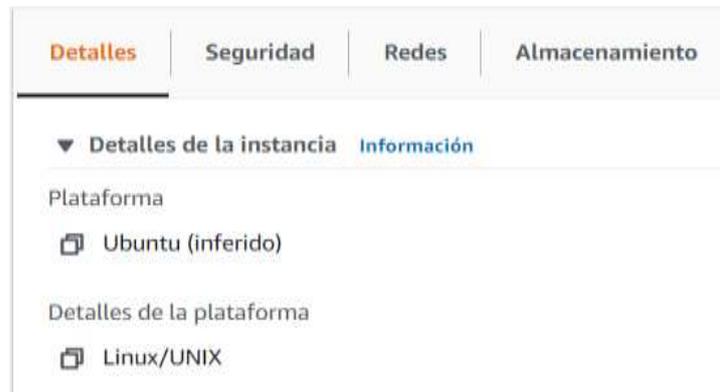
- En este punto creamos una instancia en AWS-EC2, servidor web que servirá para almacenar la imagen que se envíe desde el aplicativo y pueda ir hacia la API de Custom Vision.

**Resumen de instancia de i-0c8876425938f932e (upload-img)** [Información](#)

Se ha actualizado hace less than a minute

[Conectar](#) [Estado de la instancia](#)

ID de la instancia i-0c8876425938f932e (upload-img)	Dirección IPv4 pública 3.16.81.230   <a href="#">dirección abierta</a>	Direcciones IPv4 privadas 172.31.11.82
Estado de la instancia En ejecución	DNS de IPv4 pública ec2-3-16-81-230.us-east-2.compute.amazonaws.com   <a href="#">dirección abierta</a>	DNS IPv4 privado ip-172-31-11-82.us-east-2.compute.internal
Tipo de instancia t2.micro	Direcciones IP elásticas -	ID de VPC vpc-dd7fe3b6
Hallazgo de AWS Compute Optimizer <a href="#">Suscribirse a AWS Compute Optimizer para recibir recomendaciones.</a>   <a href="#">Más información</a>	Rol de IAM -	ID de subred subnet-d10480ba



- Una vez cargadas las imágenes, procedemos a codificar el aplicativo en Javascript, haciendo uso del framework React Native. Para que esto sea posible, es necesario instalar Node.js.



```
function processWithAzure(res) {
  const url = res.url;
  Fetch.post({
    url: "https://cusotm-vision-foo.cognitiveservices.azure.com/customvision/v3.0/Prediction/8cbcaddc-d99a-477b-8b12-b",
    headers: {
      "Prediction-Key": "6b0d647d4a0b4f9babe6dff05c0d5ad1",
      "Content-Type": "application/json"
    },
  },
  payload: JSON.stringify({url: url}),
  then: res => execIf(mounted.current, () => setPredictions(res.predictions)),
  error: err => execIf(mounted.current, () => {
    Alert.alert("Error al momento de subir a custom vision, intente reducir la imagen.")
  }),
  finally: () => execIf(mounted.current, () => setIsLoading(false))
})
}
```

- Después, probaremos el código usando Expo, y corremos la aplicación en nuestro teléfono móvil.

```
Windows PowerShell
Microsoft Windows [Versión 10.0.19043.1052]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\TOTO_VAIO\Downloads\plant-sickness-recognition-develop>expo start
WARNING: expo-cli has not yet been tested against Node.js v16.3.0.
If you encounter any issues, please report them to https://github.com/expo/expo-cli/issues

expo-cli supports following Node.js versions:
* >=12.13.0 <13.0.0 (Maintenance LTS)
* >=14.0.0 <15.0.0 (Active LTS)
* >=15.0.0 <17.0.0 (Current Release)

There is a new version of expo-cli available (4.6.0).
You are currently using expo-cli 4.5.2
Install expo-cli globally using the package manager of your choice;
for example: `npm install -g expo-cli` to get the latest version

Starting project at C:\Users\TOTO_VAIO\Downloads\plant-sickness-recognition-develop
Developer tools running on http://localhost:19002
```



```
INFO Starting Metro Bundler
23:56

INFO Building JavaScript bundle: 58%
23:59
```

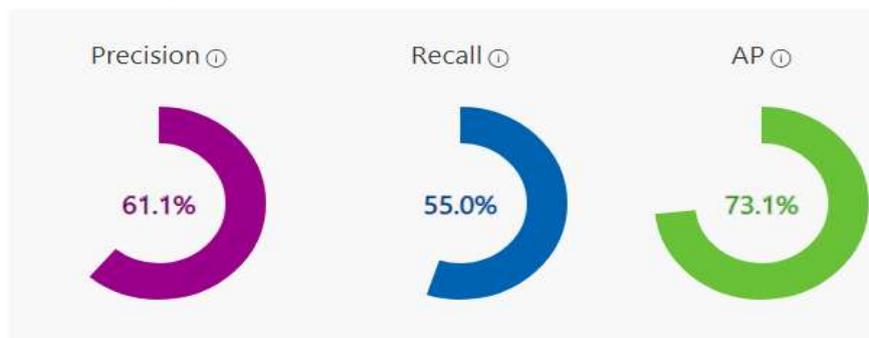


- Ahora, probamos el código con la iteración seleccionada.

El tiempo que demora en hacer las iteraciones se da según la cantidad de imágenes procesadas que demora entre 10 horas a 24 horas.

#### Iteration 2

Finished training on 26/5/2021 23:09:15 using General [AZ] domain  
Iteration id: 282a6de2-1532-4efa-a022-cce1d396032a  
Classification type: Multilabel (Multiple tags per image)  
Published as: Imágenes de enfermedades 1



- Probamos la ejecución del código nuevamente.



### 1.3. Desplegamos el proyecto (3er Sprint).

- Creamos el APK del proyecto.

```

Building optimized bundles and generating sourcemaps...
Starting Metro Bundler
Starting bundling JavaScript bundles in development...

Bundle
-----
index.ios.js          917 KB
index.android.js     923 KB
index.ios.js.map     4.04 MB
index.android.js.map 4.05 MB

JavaScript bundle sizes affect startup time. Learn more: https://expo.fyi/javascript-bundle-sizes

Analyzing assets
Saving assets
No assets changed, skipped.

Processing asset bundle patterns:
- C:\Users\OTO_VAIO\Desktop\plant-sickness-recognition-develop\**\*

Uploading JavaScript bundles
Publish complete

Manifest: https://exp.host/@otto1409/plant-sickness-recognition/index.exp?sdkVersion=41.0.0 Learn more: https://expo.fyi/manifest-url
OS Project page: https://expo.io/@otto1409/plant-sickness-recognition Learn more: https://expo.fyi/project-page

Checking if this build already exists...
Build started, it may take a few minutes to complete.
You can check the queue length at https://expo.io/turtle-status

You can monitor the build at
https://expo.io/accounts/otto1409/projects/plant-sickness-recognition/builds/e51ea21-cf9f-447b-872c-bb73b3fe9ec9

Waiting for build to complete.
You can press Ctrl+C to exit. It won't cancel the build, you'll be able to monitor it at the printed URL.
Build queued...

```

- Desplegamos el proyecto en la Play Store.



- Cierre del proyecto

Con todos los requerimientos cumplidos, se dio por finalizado el desarrollo del proyecto.

## ANEXO N° 5. CUESTIONARIO SOBRE LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES FOLIARES EN CULTIVOS DE AGUAYMANTO.

### CUESTIONARIO SOBRE LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES FOLIARES EN CULTIVOS DE AGUAYMANTO

Nombre del productor:

Fecha:

#### **Descripción**

Esta encuesta es realizada por los bachilleres de la Universidad Privada del Norte acerca de la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto. Responda con veracidad.

Marque su respuesta.

- 1) ¿Según la sintomatología de las plantas de aguaymanto, cuántas plantas que tengan alguna enfermedad foliar pudo detectar dentro del cultivo?
  - Entre 1 a 10 plantas
  - Entre 11 y 20 plantas
  - Entre 21 y 30
  - Entre 30 a más.
- 2) ¿Cuál es el tiempo aproximado que demora detectar la enfermedad foliar en sus cultivos de aguaymanto?
  - De 1 día a 7 días.
  - De 8 a 14 días.
  - De 15 a 21 días.
  - De 22 días a 28 días.
- 3) ¿En qué época del año hay más presencia de enfermedades foliares que afectan los cultivos de aguaymanto?
  - Época de Verano.
  - Época de Invierno
  - Época de Sequías.
  - Época de Lluvias.
- 4) ¿Cuánto es la pérdida de cosecha por parcela, a causa de alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto?
  - Todo (100%).
  - Casi todo (75%).
  - Alguno (50%)
  - Poco (25%).
  - Nada (0%).
- 5) ¿Considera importante la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto?
  - Muy importante.
  - Importante.
  - Poco importante.
  - Nada importante.
- 6) ¿Cree usted que la aplicación para detectar enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto usando inteligencia artificial ayudará a tener una mejor cosecha?
  - Si
  - No

## ANEXO N.º 6. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el impacto de la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo implementar la aplicación “Healthy Plant” para detectar enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto usando inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca?</li> <li>• ¿Cómo determinar el impacto de la aplicación en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto?</li> <li>• ¿Cómo determinar el impacto de la aplicación en el tiempo de detección de la enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto?</li> <li>• ¿Cómo determinar el impacto de la aplicación en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto?</li> </ul>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.</li> <li>• Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en el cultivo de aguaymanto.</li> <li>• Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el tiempo de detección de la enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.</li> <li>• Determinar el impacto de la aplicación “Healthy Plant” en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa de alguna enfermedad foliar en cultivos de aguaymanto.</li> </ul>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>La aplicación “Healthy Plant” basada en inteligencia artificial con Custom Vision impacta positivamente en la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto en la ciudad de Cajamarca</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se logró implementar la aplicación “Healthy Plant” para la detección de enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto haciendo uso de inteligencia artificial con Custom Vision en la ciudad de Cajamarca.</li> <li>• La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el número de plantas detectadas con enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.</li> <li>• La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el tiempo de detección de las enfermedades foliares en cultivos de aguaymanto.</li> <li>• La aplicación “Healthy Plant” impacta positivamente en el porcentaje de pérdidas de cosecha a causa de alguna enfermedad en cultivos de aguaymanto.</li> </ul>	<p><b>Variable 1:</b></p> <p><b>Independiente</b></p> <p>Implementación de la aplicación “Healthy Plant”</p> <p><b>Variables 2:</b></p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>Detección de enfermedades foliares</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Enfoque de la investigación</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>Pre Experimental</p> <p><b>Población</b></p> <p>30 usuarios.</p> <p><b>Técnica</b></p> <p>Encuesta</p> <p><b>Instrumento</b></p> <p>Cuestionario</p>

## ANEXO N.º 7. POLITICAS DE PRIVACIDAD DEL APLICATIVO HEALTHY PLANT.

# Políticas de Privacidad

### Políticas de Privacidad

Políticas de privacidad para el uso de Healthy Plant.

Última modificación: 30 de Junio de 2021

1. El respeto a tu privacidad está totalmente garantizado.
2. El desarrollador de Healthy Plant, no Google, es el único responsable de su contenido.
3. A través de esta aplicación no se recaban datos de carácter personal de los usuarios.
4. No se registran direcciones IP.
5. No se accede a las cuentas de correo de los usuarios.
6. La aplicación no guarda datos ni hace seguimientos sobre tiempos y horarios de utilización.
7. La aplicación no guarda información relativa a tu dispositivo como, por ejemplo, fallos, actividad del sistema, ajustes del hardware, tipo de navegador, idioma del navegador.
8. La aplicación no accede a tus contactos ni agendas.
9. La aplicación no recopila información sobre tu ubicación real.
10. Clasificación por edades: PEGI 3 - Apto para todos los públicos.
11. Mantenimiento y Soporte: Healthy Plant, no Google, estará obligado a proporcionar dicho mantenimiento o soporte.
12. Cargos y coutas: Cualquier uso de esta aplicación es totalmente gratuito.
13. Cambios en nuestra Política de Privacidad: Nuestra Política de Privacidad puede cambiar de vez en cuando. Publicaremos cualquier cambio de política de privacidad en esta página, por lo que debe revisarla periódicamente.
14. Contacto: Si tiene alguna pregunta sobre esta Política o para informar de cualquier violación de la Política, envíe un correo electrónico a: [javierum20@gmail.com](mailto:javierum20@gmail.com)

ANEXO N.º 8. MATRIZ DE DATOS GENERAL CUESTIONARIO PRE TEST Y POST TEST.

	Item1_Pretest	Item1_Posttest	Item2_Pretest	Item2_Posttest	Item3_Pretest	Item3_Posttest	Item4_Pretest	Item4_Posttest	Item5_Pretest	Item5_Posttest	Item6_Pretest	Item6_Posttest	SUMA_PRE	SUMA_POST
1	2	4	3	1	4	4	3	4	2	1	1	1	8.00	9.00
2	2	4	4	1	2	4	3	5	2	1	1	1	9.00	10.00
3	2	4	4	1	4	3	3	4	2	1	2	1	9.00	9.00
4	2	4	4	1	2	4	4	5	2	1	2	1	10.00	10.00
5	3	3	4	1	4	4	3	4	1	1	1	1	10.00	8.00
6	2	4	4	1	4	4	2	3	2	1	1	2	8.00	8.00
7	3	4	4	1	2	2	3	4	2	1	2	1	10.00	9.00
8	4	4	4	1	2	4	4	4	3	2	2	1	12.00	9.00
9	3	4	4	1	4	4	4	4	2	1	1	1	11.00	9.00
10	4	4	3	1	2	3	3	3	2	1	2	2	10.00	8.00
11	4	3	3	1	4	4	4	4	2	1	1	1	11.00	8.00
12	3	3	4	1	4	4	4	4	1	1	1	1	11.00	8.00
13	3	3	4	1	2	4	4	5	2	1	1	1	11.00	9.00
14	2	4	4	1	4	4	2	3	3	2	2	2	8.00	8.00
15	4	4	3	1	2	2	3	5	2	1	1	1	10.00	10.00
16	2	4	4	1	4	3	3	5	1	1	1	1	9.00	10.00
17	4	4	4	1	2	2	3	4	2	1	2	1	11.00	9.00
18	3	4	3	1	4	4	4	5	2	1	1	1	10.00	10.00
19	4	3	4	1	4	4	4	4	3	2	2	1	12.00	8.00
20	4	3	4	1	4	4	3	4	2	1	1	1	11.00	8.00
21	3	3	3	1	2	2	4	5	1	1	1	1	10.00	9.00
22	2	4	4	1	4	4	3	4	2	1	1	1	9.00	9.00
23	3	4	4	1	4	4	2	3	2	1	2	2	9.00	8.00
24	3	4	3	1	2	2	3	5	2	1	2	1	9.00	10.00
25	2	4	4	1	4	3	3	4	2	1	1	1	9.00	9.00
26	3	4	3	1	2	2	4	4	1	1	1	1	10.00	9.00
27	2	4	4	1	4	4	2	4	1	1	1	1	8.00	9.00
28	3	4	3	1	2	4	2	3	2	1	2	2	8.00	8.00
29	2	3	3	1	3	4	5	5	3	1	2	1	10.00	9.00
30	2	4	4	1	4	4	4	5	3	2	2	1	10.00	10.00
Categorización ítem 1		Categorización ítem 2		Categorización ítem 3		Categorización ítem 4		Categorización ítem 5		Categorización ítem 6				
1 = "Entre 1 a 10 plantas" 2 = "Entre 11 y 20 plantas" 3 = "Entre 21 y 30 plantas" 4 = "Entre 30 a más"		1 = "De 1 a 7 días" 2 = "De 8 a 14 días" 3 = "De 15 a 21 días" 4 = "De 22 a 28 días"		1 = "Época de Verano" 2 = "Época de Invierno" 3 = "Época de Sequías" 4 = "Época de Lluvias"		1 = "Todo (75% - 100%)" 2 = "Casi todo (51% - 75%)" 3 = "Moderado (26% - 50%)" 4 = "Poco (1% - 25%)" 5 = "Nada (0%)"		1 = "Muy importante" 2 = "Importante" 3 = "Poco importante" 4 = "Nada importante"		1 = "Sí" 2 = "No"				

## MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 1 PRETEST Y POSTEST

ítem1_Pretest	ítem1_Postest
2	4
2	4
2	4
2	4
3	3
2	4
3	4
4	4
3	4
4	4
4	3
3	3
3	3
2	4
4	4
2	4
4	4
3	4
4	3
4	3
3	3
2	4
3	4
3	4
2	4
3	4
2	4
3	4
2	3
2	4

1 = "Entre 1 a 10 plantas"  
 2 = "Entre 11 y 20 plantas"  
 3 = "Entre 21 y 30 plantas"  
 4 = "Entre 30 a más"

## MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 2 PRETEST Y POSTEST

ítem2_Pretest	ítem2_Postest
3	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
4	1
3	1
3	1
4	1
4	1
4	1
3	1
4	1
4	1
3	1
4	1
4	1
3	1
4	1
4	1
3	1
4	1
3	1
4	1
3	1
3	1
4	1

1 = "De 1 a 7 días"  
 2 = "De 8 a 14 días"  
 3 = "De 15 a 21 días"  
 4 = "De 22 a 28 días"

### MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 3 PRETEST Y POSTEST

ítem3_Pretest	ítem3_Postest
4	4
2	4
4	3
2	4
4	4
4	4
2	2
2	4
4	4
2	3
4	4
4	4
2	4
4	4
2	2
4	3
2	2
4	4
4	4
4	4
2	2
4	4
4	4
2	2
4	3
2	2
4	4
2	4
3	4
4	4

1 = "Época de Verano"  
 2 = "Época de Invierno"  
 3 = "Época de Sequías"  
 4 = "Época de Lluvias"

## MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 4 PRETEST Y POSTEST

ítem4_Pretest	ítem4_Postest
3	4
3	5
3	4
4	5
3	4
2	3
3	4
4	4
4	4
4	4
3	3
4	4
4	4
4	5
2	3
3	5
3	5
3	4
4	5
4	4
3	4
4	5
3	4
2	3
3	5
3	4
4	4
2	4
2	3
5	5
4	5

1 = "Todo (75% - 100%)"  
 2 = "Casi todo (51% - 75%)"  
 3 = "Moderado (26% - 50%)"  
 4 = "Poco (1% - 25%)"  
 5 = "Nada (0%)"

## MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 5 PRETEST Y POSTEST

ítem5_Pretest	ítem5_Postest
2	1
2	1
2	1
2	1
1	1
2	1
2	1
3	2
2	1
2	1
2	1
1	1
2	1
3	2
2	1
1	1
2	1
2	1
3	2
2	1
1	1
2	1
2	1
2	1
3	2
2	1
1	1
1	1
2	1
3	1
3	2

1 = "Muy importante"  
 2 = "Importante"  
 3 = "Poco importante"  
 4 = "Nada importante"

## MATRIZ DE DATOS Y CATEGORIZACIÓN ÍTEM 6 PRETEST Y POSTEST

ítem6_Prestest	ítem6_Postest
1	1
1	1
2	1
2	1
1	1
1	2
2	1
2	1
1	1
2	2
1	1
1	1
1	1
2	2
1	1
1	1
2	1
1	1
2	1
1	1
1	1
1	1
2	2
2	1
1	1
1	1
1	1
2	2
2	1
2	1

1 = "Sí"  
2 = "No"

### MATRIZ DE DATOS SUMA DE ÍTEMS PRETEST Y POSTEST

SUMA_PRE	SUMA_POST
8,00	9,00
9,00	10,00
9,00	9,00
10,00	10,00
10,00	8,00
8,00	8,00
10,00	9,00
12,00	9,00
11,00	9,00
10,00	8,00
11,00	8,00
11,00	8,00
11,00	9,00
8,00	8,00
10,00	10,00
9,00	10,00
11,00	9,00
10,00	10,00
12,00	8,00
11,00	8,00
10,00	9,00
9,00	9,00
9,00	8,00
9,00	10,00
9,00	9,00
10,00	9,00
8,00	9,00
8,00	8,00
10,00	9,00
10,00	10,00