



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante
un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz,
Tambogrande-Piura 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTORES:

Baquedano Córdova, Luis Fernando (ORCID: 0000-0003-4080-1542)

Palacios Periche, Medardo (ORCID: 0000-0001-9258-5672)

ASESOR:

Mag. Fierro Barriales, Alan Leoncio (ORCID: 0000-0002-4991-0684)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de información y comunicaciones

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis al Señor nuestro Dios quien nos dio fuerzas día a día para seguir adelante, a nuestros padres y hermanos, quienes durante el transcurso de nuestra carrera universitaria nos brindaron su apoyo incondicional para superarnos cada día y superar las adversidades que se presentaron en nuestro camino.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Señor nuestro Dios, que por medio de él logramos llegar hasta donde estamos, también a nuestros padres, hermanos y demás familia que nos brindó su apoyo para seguir adelante siempre.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Anexos.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.2.1. Variables.....	25
3.2.2. Operacionalización.....	26
3.3. Población y muestra.....	28
3.3.1. Población	28
3.3.2. Muestra	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Variable dependiente: Detección de plaga cogollero	26
Tabla 2. Variable independiente: Sistema de reconocimiento de imagen	27
Tabla 3. Población de estudio	28
Tabla 4. Muestra de estudio	29
Tabla 5. Detección de plaga cogollero.....	30
Tabla 6. Reconocimiento de imagen en cultivo de maíz	30
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la cantidad de muestras tomadas antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen.....	38
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la eficiencia por evaluación antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen.....	39
Tabla 9. Prueba de Normalidad del indicador Cantidad de muestras tomadas	40
Tabla 10. Prueba de Normalidad del indicador Nivel de eficiencia por evaluación.....	42
Tabla 11. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.....	44
Tabla 12. Estadísticos de prueba	45
Tabla 13. Prueba T-Student de muestras relacionadas	46

Índice de Figuras

Figura 1. Tipo y diseño de investigación	24
Figura 2. Índice de cantidad de muestras tomadas antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen	38
Figura 3. Índice de nivel de eficiencia por evaluación antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen	39
Figura 4. Prueba de normalidad de la cantidad de muestras tomadas para el PreTest ...	40
Figura 5. Prueba de normalidad de la cantidad de muestras tomadas para el PostTest .	41
Figura 6. Prueba de normalidad del nivel de eficiencia por evaluación para el PreTest ..	42
Figura 7. Prueba de normalidad del nivel de eficiencia por evaluación para el PostTest.	43

Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia	61
Anexo 2. Declaratoria de Originalidad de Autores	62
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos.....	63
Anexo 4. Validación de instrumentos de investigación	71
Anexo 5. Recolección de datos de la investigación.....	80
Anexo 6. Tabla para contraste de Shapiro Wilk	88
Anexo 7. Tabla distribución de T-Student	89
Anexo 8. Solicitud de autorización para realizar trabajo de investigación	90
Anexo 9. Carta de consentimiento para realizar Trabajo de Investigación.....	91
Anexo 10. Manual de uso del Sistema	92

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general implementar un sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021. La metodología del estudio presenta el diseño Experimental – Pre experimental de tipo Aplicada puesto que se buscó dar solución al problema mediante la implementación de un sistema de reconocimiento de imagen.

Así mismo la población y muestra estuvo conformada por 9 evaluaciones de cultivo de maíz, con el método de técnica de zig-zag utilizada en campo.

Las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fue la observación y la encuesta donde se utilizaron los instrumentos guía de observación, cuestionario y lista de chequeo. Así mismo se utilizó la biblioteca de aprendizaje automático ML5 para el desarrollo del software mientras que para la base de datos se utilizó el gestor de datos MySQL.

Dado que para ambos indicadores se utilizó la misma muestra, siendo esta menor que 50 se aplicó el método Shapiro Wilk para la prueba de normalidad, mientras que para contrastar la hipótesis y evaluar si es aceptada o rechazada se hizo uso de la prueba de Wilcoxon para el primer indicador, mientras que para el segundo indicador se utilizó la prueba T - Student.

Los resultados obtenidos, demostraron que el sistema de reconocimiento de imagen incremento la cantidad de muestras tomadas de 100 en el pretest a 243 en el post-test, mientras que para el nivel de eficiencia por evaluación mejoró de un 2% en el pretest a un 23% en el post-test.

Se concluyó que el sistema de reconocimiento de imagen intervino de manera positiva en la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) para el cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Palabras clave: Reconocimiento de imagen, sistema de detección, plaga, ML5, dron

ABSTRACT

The general objective of this research is to implement an image recognition system for the detection of fall armyworm pest (*Spodoptera frugiperda*) in corn crops, Tambogrande – Piura 2021. The methodology of the study presents the experimental – pre experimental design of an applied type since it was sought to solve the problem through the implementation of an image recognition system.

In addition, the population and sample consisted of 9 evaluations of corn cultivation with the zig-zag method used in the field.

The used techniques for data collection were observation and the survey where the observation guide instruments, questionnaire and checklist were used. In addition, the ML5 automatic learning library was used for the development of the software while the MySQL data manager was used for the database.

The same sample was used for both indicators, being this less than 50, the Shapiro Wilk method was applied for the normality test, while to contrast the hypothesis and evaluate whether it is accepted or rejected, the Wilcoxon test was used to the first indicator, while the T-Student test was used for the second indicator.

The obtained results showed that the image recognition system increased the number of taken samples from 100 in the pre-test to 243 in the post-test, while for the level of efficiency by evaluation it improved from 2% in the pre-test to 23% in the post-test.

It was concluded that the image recognition system intervened in a positive way in the detection of fall armyworm pest (*Spodoptera frugiperda*) for the cultivation of corn, Tambogrande-Piura 2021.

Keywords: Image recognition, detection system, pest, ML5, drone

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática del presente proyecto esta redacta a continuación, el desarrollo que presenta la tecnología junto a la inteligencia artificial (IA) se viene dando de pasos agigantados, presentando oportunidades de utilizar nuevas aplicaciones y herramientas espectaculares, en estos últimos tiempos. Una de las áreas que presenta mayores avances es la de reconocimiento de imágenes, en parte esto se debe a las nuevas técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning). En la actualidad, ya contamos con sistemas que realizan funciones de detección y clasificación de imágenes con mejor resultado que el que se obtiene por parte de los humanos. En un artículo realizado en la revista O'Reilly Media titulado (The New Artificial Intelligence Market, 2016) se determinó que las empresas en Estados Unidos están invirtiendo en el área del reconocimiento de imágenes dentro de la inversión en IA.

En relación al sector de la agricultura este viene manejando desde tiempos atrás, diferentes procesos entre ellos el reconocimiento de plagas, el cual es uno de los factores que perjudica su desarrollo y productividad ya que son pocas las empresas u organizaciones que cuentan con un sistema de reconocimiento de plagas automatizado, por lo general las empresas que cuentan con estos sistemas de reconocimiento automatizado son las grandes empresas exportadoras o aquellas que se dedican al comercio de sus productos ya que cuentan con grandes hectáreas de sembrío, este problema origina grandes pérdidas de cultivos si no son detectados a tiempo, según (González, 2019) anualmente se pierde más del 20% de los cinco cultivos de primera necesidad que proveen la mitad del consumo de calorías del planeta, en consecuencia de las plagas.

La planta de maíz es una de las tantas que vienen enfrentando este problema, esta tiene su origen en México, pero su mayor producción se da en los países de Estados Unidos y China, por otro lado, así como las diferentes plantas presentas plagas o enfermedades las cuales causan perdidas, el maíz también es afectado por diferentes plagas que conducen a grandes pérdidas, según (Kan-Rice, 2019) a causa de patógenos y plagas, el maíz registra pérdidas de entre 20% al 41% a nivel mundial. En el Perú, el maíz es uno de los principales

suministros para la industria porcina y avícola, las cuales son importantes para la alimentación del hombre, pero el maíz presenta estas plagas que las afecta y hasta muchas veces causa la muerte de esta planta si es que no es detectada a tiempo, ya que las personas que realizan este proceso son los encargados o algunas veces personas que no tienen el suficiente conocimiento y solo tienen conocimiento básico de algunas plagas, esto también produce como resultado el uso de mucho tiempo para esa actividad lo que ocasiona la muerte de la planta, así mismo las personas al no contar con suficiente conocimiento pueden confundirse en la detección de una plaga con otra, y por consiguiente al aplicar a dicha planta un plaguicida inadecuado ocasiona resultados no favorables para la planta de maíz, con todo esto la plaga es un factor que afecta la economía y el desarrollo de los cultivos, por lo que no ayuda a progresar para un próspero desarrollo, con respecto a la planta de maíz.

Por consiguiente, en el presente proyecto se planteó la implementación de un sistema de reconociendo de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

El problema de investigación se formuló en relación al contexto de la descripción de la realidad problemática, siendo definido así, ¿Cómo la implementación de un sistema de reconocimiento de imagen mejora la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021? y como preguntas específicas se plantearon las siguientes ¿Cuál es la cantidad de muestras tomadas por el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021? y ¿Cuál es el nivel de eficiencia que tiene el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021?.

La justificación para el presente trabajo de investigación se planteó de la siguiente manera, tiene como justificación el desarrollo de un sistema de reconocimiento de imagen para la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con el uso de un dron, este sistema nos permitió identificar la plaga en sus diferentes grados de infestación, asimismo, permitió que el agricultor pueda controlar y aplicar el producto agroquímico adecuado. Las muestras

fueron tomadas aplicando metodologías de evaluación de cultivos, para darle una mayor precisión y a la vez reducir el nivel de daño económico, en producción y productividad. El dron permitió el recorrido programado y automatizó el proceso de muestreo. Finalmente, el sistema ayudó a reducir costos, mano de obra y tiempo en la detección de plagas.

El estudio se justificó de forma práctica porque existió la necesidad de mejorar la detección de plagas en cultivos de maíz ya que es de gran importancia económica, éste es afectado por la plaga *Spodoptera frugiperda* conocida como cogollero, con el uso del sistema de reconocimiento de imagen se pudo detectar de forma precisa y en menor tiempo para luego darle el tratamiento oportuno.

El estudio se justificó teóricamente, ya que esta investigación pretendió aportar conocimiento sobre el uso del reconocimiento de imágenes para detectar la plaga *Spodoptera frugiperda* en cultivo de maíz, y de cómo automatizar el proceso en la toma de muestras mediante un dron, los resultados de esta investigación podrán ser evaluados y comparados con diferentes estudios ya que se estaría demostrando el nivel de eficiencia y la cantidad de muestras tomadas.

El estudio se justificó metodológicamente, ya que el desarrollo del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) nos proporcionó resultados que demostraron su validez y confiabilidad, este sistema y sus métodos podrán ser utilizados en futuros proyectos de investigación.

Como objetivo general se formuló, implementar un sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021. Con lo que respecta a los objetivos específicos se plantearon los siguientes, determinar las muestras tomadas por el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021 y medir la eficiencia por evaluación que tiene el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Por otra parte, para la hipótesis general se propuso lo siguiente, la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se optimiza mediante el uso de un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Mientras que con lo que respecta a las hipótesis específicas se formularon las siguientes, las muestras tomadas incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021 y la eficiencia por evaluación mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Con lo que concierne a los antecedentes del presente trabajo se presentan a continuación.

Piscoya (2019), en su investigación titulada *Sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe*. Tuvo como objetivo de investigación identificar la plaga o enfermedad que está atacando a los diferentes sembríos de sandía utilizando imágenes con similitud de patrones. Fue un estudio tecnológica-aplicada puesto que se utilizó un aplicativo móvil para brindar apoyo al agricultor al identificar las plagas en el cultivo de sandía reduciendo tiempos de búsqueda, la población estuvo constituida por 1239 agricultores que se dedicaban a la siembra de sandía, de ese total se trabajó con una muestra de 69 agricultores para el análisis de la investigación, los instrumentos que se emplearon en esta investigación fue el uso de una encuesta a los agricultores y para la recolección de datos se utilizó una ficha de observación la cual les permitió aumentar conocimiento acerca de los cultivos de sandía, también hicieron uso de una guía de entrevista para saber que plagas son las que atacan el cultivo de sandía y una guía de encuesta para saber si los agricultores contaban con un dispositivo móvil y el sistema operativo que tenían. Los principales resultados fueron que

los agricultores antes tardaban entre 30 a 50 minutos en la identificación de una plaga o enfermedad para que luego al utilizar esta herramienta lograron la identificación en 4 segundos logrando una disminución de tiempo considerablemente alta, también del nivel de información que tenían los agricultores con respecto a las plagas o enfermedades tan solo el 26.5% decían tener un conocimiento básico pero al utilizar dicha herramienta el 81.2% dijeron que habían aumentado su conocimiento con respecto a las plagas y enfermedades, así mismo antes del uso de este sistema el 5.8% de agricultores decían tener conocimiento intermedio en agroquímicos para luego de utilizar el sistema de visión artificial el 82.6% dicen haber aumentado su conocimiento, por otro lado con respecto a los costos en expertos del tema de plagas y enfermedades resulta que se puede disminuir en un 100%. Se concluyó que el uso de una tecnología como lo es en este caso un sistema de visión artificial para identificar plagas y enfermedades en cultivos de sandía reduce considerablemente el tiempo empleado en dicha tarea, por otro lado, el uso de esta herramienta reduce costos extras que algunos agricultores utilizaban para contratar a personas como ingenieros agrónomos que sean expertos en el tema de plagas y enfermedades. (Piscoya Ferreñan, 2019)

González y Lifonso (2020), en su investigación titulada *Sistema de visión computacional para la identificación de Heliothis Virescens en plantas de arándano en una empresa agroindustrial, Chao 2020*. Tuvo como objetivo de investigación implementar un sistema y determinar su influencia al identificar la plaga en planta de arándano. Fue un estudio de tipo pre-experimental ya que se realizó la identificación del *Heliothis Virescens* antes de la aplicación del sistema, así como también después de la aplicación de este, la unidad muestral fue el lote de planta de arándano donde su población fue de 252 y su muestra de 36. La técnica que se utilizó en los indicadores de ambas variables fue la observación mientras que los instrumentos estuvieron conformados por listas de cotejo y ficha de observación. Los principales resultados fueron que se obtuvo una influencia positiva en la identificación de plaga en la planta de arándano aplicando el sistema de visión computacional, la cual fue de un 70%. Se concluyó que el uso de esta herramienta logra mejorar el proceso de

identificación de plaga *Heliothis Virescens* en el arándano, tanto en la precisión como en el tiempo de identificación. (González Rafael, y otros, 2020)

Olivares y Moran (2018), en su investigación titulada *Sistema Basado en Reconocimiento de Imágenes para Mejorar el Control de Plagas de Pepino Dulce, Fundo Cajamone - Virú 2018*. Tuvo como objetivo de investigación utilizar técnicas de reconocimiento de imágenes para detectar plagas en pepino dulce. Fue un estudio de tipo cuasi-experimental ya que se realizó un control de las plagas del sembrío de pepino dulce antes y después de la implementación del sistema, en esta investigación para el primer indicador el cual fue el tiempo para registrar el control de plagas se realizó un muestreo no probabilístico por lo que la población y la muestra estuvo conformado por 26 registros que se realizaron en sitios específicos del Fundo Cajamone, para el segundo indicador, el tiempo en buscar información sobre plagas del pepino dulce se realizó un muestreo no probabilístico que tuvo como población y muestra 10 plagas las cuales fueron elegidas por ser las principales en afectar dicho sembrío del Fundo Cajamone y para el tercer indicador, el nivel de satisfacción del personal del Fundo Cajamone, se utilizó como población y muestra 3 personas, los instrumentos que se emplearon fueron observación-cronometro para el primer y segundo indicador mencionados anteriormente, y para medir nivel de satisfacción del personal se utilizó un cuestionario. Los principales resultados fueron que hubo un decremento de 98.13 % con respecto al tiempo en el registro de control de plagas de pepino dulce, puesto que antes del sistema tardaban 4451.88 segundos y después del uso del sistema se tardó 83.08 segundos, para la búsqueda de información de plagas de pepino dulce se obtuvo como resultado un decremento del 97.4%, ya que antes de utilizar el sistema se obtenía como resultado un tiempo de 561.6 segundos y después del sistema 14.4 segundos, siendo considerablemente notable la disminución de los tiempos y para el nivel de satisfacción del personal del Fundo Cajamone el decremento obtenido como resultado fue de 40%, ya que antes del uso del sistema arrojaba como resultado un nivel de satisfacción de 51.2% para luego obtener como resultado 91.2%. Se concluyó que un sistema basado en reconocimiento de imágenes logra minimizar los tiempos que se utilizan para diferentes procesos, puesto que esta tecnología logra abarcar funciones que generalmente un humano las realiza con

más dificultad y algunas veces obteniendo resultados defectuosos, además esta herramienta pudo ser utilizada con facilidad sin la necesidad de generar problemas para su manejo siendo de fácil acceso para los usuarios que la utilizan y por último a través del uso de este sistema se puede lograr evitar pérdidas de datos que perjudicarían el sembrío de sandía posiblemente causando la muerte de la planta. (Olivares Salinas, y otros, 2018)

Avalos y Vera (2020), en su investigación titulada *Aplicación móvil de reconocimiento de imágenes para mejorar el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan*. Tuvo como objetivo de investigación mejorar el control de reconocimiento de plagas utilizando técnicas y algoritmos de reconocimiento de imágenes. Fue un estudio tipo aplicada-experimental, la población de estudio estuvo conformada por 27 plagas diferentes, y se trabajó con una muestra de 25 plagas que afectan la papa en dicha localidad, los instrumentos que se utilizaron en esta investigación fueron las fichas de registro ya que a través de estas se pudo obtener la validación de los siguientes indicadores como lo son el tiempo para identificar la plaga, tiempo que dura la plaga, el porcentaje de incidencias de plagas y el porcentaje en eficiencia de la aplicación. Los principales resultados fueron que al utilizar la aplicación móvil el tiempo que demoraban en la identificación de plagas era de 3 minutos, pero antes de su uso tardaban 10 minutos, razón por la cual se logró disminuir el tiempo de identificación de plagas, para el segundo indicador el tiempo resultó 13 minutos antes del uso de la aplicación móvil obteniendo después 6 minutos, para el tercer indicador se obtuvo 41% de incidencias antes y luego del uso de la aplicación móvil 19% de incidencias, y para el último indicador resultó 9% y 48% antes y después del uso de la aplicación móvil respectivamente, obteniendo un 95% como nivel de confianza en cada indicador. Se concluyó que con el uso de tecnologías o herramientas como lo son en este caso la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes ayuda enormemente en la optimización de procesos, por otro lado, hoy en día diferentes organizaciones carecen o ignoran que a través de una tecnología que resulta factible y viable pueden mejorar las diferentes actividades que se llevan a cabo, utilizando el tiempo restante en otras cosas. (Avalos Collantes, y otros, 2020)

Bedolla y otros (2019), en su investigación titulada *Reconocimiento automático de patrones y características de las imágenes de los cultivos como alternativa para el desarrollo agrícola*. Tuvo como objetivo de investigación comparar imágenes capturadas por DRON y reconocer de forma automática las plantas normales y anormales. Fue un estudio de tipo exploratorio-cualitativo, la población de estudio estuvo constituida por 100 imágenes las cuales fueron capturadas por el DRON y la muestra estuvo constituida por 54 imágenes de las cuales 24 presentaban desarrollo favorable y 30 no presentaban desarrollo favorable, en el siguiente proyecto se utilizó como técnica e instrumento la entrevista, ya que se entrevistó a algunos agricultores que tenían conocimiento del tema de tecnología, y a las diferentes personas que asistieron al evento en el cual se presentó el proyecto como una propuesta innovadora para mejorar el desarrollo en la agricultura, y también se utilizó el método de observación para la selección de imágenes. Con respecto a los resultados en comparación con el registro de datos y las imágenes con desarrollo favorable se obtuvo un 71% notándose que el sistema hizo el reconocimiento de la imagen con óptimo progreso, por otro lado, en la comparación con las imágenes que no presentaban desarrollo favorable se logró como resultado 83%, es decir se pudo reconocer las imágenes en un 83%. Se concluyó que una herramienta de esta índole puede mejorar considerablemente los procesos en el sector agricultura puesto que esta herramienta "DRON" combinada con sistemas de información ayuda al beneficio de los agricultores, también cabe mencionar que es notable la falta de conocimiento que tienen las personas acerca de estas diferentes herramientas y el poco uso que hacen de estas. (Bedolla Solano, y otros, 2019)

Acosta y Mendoza (2016), en su investigación titulada *Aplicaciones de los drones en la agricultura*. Tuvo como objetivo estudiar las aplicaciones de los drones en la agricultura. Fue un estudio de tipo descriptiva-documental, en esta investigación realiza una comparativa de diferentes modelos de drones y qué aplicaciones pueden implementarse para tareas tecnológicas aplicadas a la agricultura salvadoreña; los instrumentos empleados fueron 10 drones de diferentes marcas y para la recolección de datos se realizaron por medio de fuentes primarias y secundarias como textos, libros sobre drones y sus aplicaciones, además, los clasificó según los sensores empleados para la

teledetección de imágenes agrícolas, elaborando una ficha técnica de cada uno de los drones catalogados en la investigación, finalmente exploró algunas experiencias prácticas para demostrar que su aplicación es práctica y funcional. Los principales resultados fueron que el 100 % de los drones seleccionados según sus especificaciones, permiten realizar el monitoreo de cultivos, ya que tienen la capacidad de realizar ésta tarea de manera manual utilizando un control remoto, además la mayoría permiten realizarla de manera automática definiendo una ruta de navegación a seguir; para el caso de tareas agrícolas en El Salvador, se recomiendan el monitoreo de cultivos, detección de estrés hídrico en cultivos, tratamientos localizados de herbicidas, detección de estrés nutricional en cultivos, detección temprana de enfermedades y plagas, conteo de plantas, ya que son prioritarias y de gran impacto para la producción. Se concluyó que el uso del dron en la adquisición de datos sobre cultivos reduce grandemente el tiempo empleado para dicha tarea, ya que esta tecnología tiene la capacidad de abarcar un gran número de hectáreas en pocos minutos, asimismo, su uso reduce altamente los costos frente a otras técnicas, y es importante tener en cuenta que el dron debe ser especializado o de gama alta. (Acosta Henríquez, y otros, 2016)

Sullca y otros (2019), en su investigación titulada *Detección de enfermedades y plagas en las hojas de arándanos utilizando técnicas de visión artificial*. Tuvo como objetivo de investigación utilizar técnicas de visión artificial para detección de enfermedades y plagas en hojas de arándanos. La población del siguiente estudio fue el fundo Valle y Pampa y la muestra estuvo conformada por 621 imágenes, siendo estas extraídas de las 400 capturas de plantas de arándano aproximadamente, que se recolectaron en el fundo con diferentes dispositivos. En este proyecto se logró resultados favorables dado que a través del sistema desarrollado con técnicas de visión artificial se pudo hacer un reconocimiento del estado en que se encuentran las hojas de arándano en un 85.6% en consecuencia, con esta herramienta se pudo detectar ya sea a través de un dispositivo móvil o en un aparato mecánico siendo este de mejor precisión, si las hojas del arándano presentan algún tipo de plaga o no. Se concluyó de este proyecto de investigación que a través de la aplicación de este sistema se puede reducir tiempos para detectar plagas y enfermedades, que por consiguiente

llevar un control en un área como lo es el fundo Valle y Pampa puede llevar demasiado tiempo, por otro lado, se puede concluir que en futuro esta empresa con el uso de estas herramientas combinadas con tecnologías automatizadas no necesitaría encargados que detecten este mal que afecta al arándano, pudiendo reducir personal y por la tanto costos pudiendo así utilizar más herramientas como estas. (Sullca, y otros, 2019)

He y otros (2019), en su investigación titulada *Application of Deep Learning in Integrated Pest Management: A Real-Time System for Detection and Diagnosis of Oilseed Rape Pests*. Fue un estudio de tipo experimental. Tuvo como objetivo de investigación identificar la plaga de la planta de la colza utilizando métodos de aprendizaje profundo. La población en este trabajo de investigación estuvo conformada por 3022 imágenes de plagas de la colza las cuales fueron divididas en 12 grupos por especies, entre ellas se encontraban descargas de imágenes a través de internet así mismo imágenes capturadas en el campo usando un iPhone 6s y una cámara digital canon, también se obtuvieron capturas en un laboratorio utilizando un sistema de adquisición de imágenes ya que se encargaron de llevar la plaga a ese lugar para poder tener como resultado una imagen con mejor calidad, trabajándose con 303 imágenes. Se obtuvo como resultado que el sistema de detección de plagas puede capturar y detectar la imagen sin tiempo de demora, así mismo el sistema puede realizar el procesamiento de la imagen capturada en diferentes resoluciones, cabe resaltar que al contar con pocos datos recolectados en el campo siendo imágenes pequeñas, el sistema presenta un inconveniente al momento de detectar imágenes pequeñas ya que arroja como resultado la similitud de dos plagas. (He, y otros, 2019)

Casa y Tumbaco (2020), en su investigación titulada *Aplicación móvil para clasificación automática de malas hierbas en imágenes usando aprendizaje profundo*. Tuvo como objetivo de investigación utilizar técnicas de aprendizaje profundo para la clasificación automática de malas hierbas utilizando clasificadores. Fue una investigación de tipo mixta ya que se utilizó el método cuantitativo para la recolección de datos tomando fotografías de especies vegetales en el cultivo de maíz, así mismo se utilizó el método cualitativo para obtener información mediante fichas, guías de observación, revisión de

documento entre otros, la población de estudio estuvo constituida por 461 imágenes las cuales fueron divididas en grupos de 6 especies de mala hierba, por lo cual la técnica de muestreo fue no probabilístico, los instrumentos empleados fueron una ficha bibliográfica con la que se logró recopilar información básica para el proyecto, por otro lado se utilizó una guía de observación para reunir información, en este caso las fotografías que fueron capturadas paralelo a tamaño y textura. Los principales resultados fueron óptimos puesto que, con los datos obtenidos al utilizar el modelo clasificador, se obtuvo lo siguiente una precisión de 97.9%, de acuerdo al reconocimiento de imágenes subidas por parte de la plataforma se obtuvo un 97.9%, y con lo que respecta al rendimiento medio por parte del detector se obtuvo un 97.7%. Se concluyó que con el uso de diferentes técnicas como lo son modelos de clasificación de imágenes se puede obtener una herramienta que beneficie a personas que se dedican al sector de la agricultura, ya que esta permite realizar una clasificación de malas hierbas por grupo de especies, minimizando el tiempo que dedican a esa actividad y poder realizar una clasificación mucho más precisa y segura. (Casa Lema, y otros, 2020)

Cusme y Loor (2019), en su investigación titulada *Aplicación móvil de detección y clasificación de "la roya" en hojas de café robusta mediante aprendizaje automático*. Tuvo como objetivo de investigación detectar y clasificar la roya utilizando técnicas de aprendizaje automático. Fue un estudio experimental-cualitativo, la población de estudio estuvo constituida por 556 imágenes de hojas, fotografías que fueron capturadas de 390 plantas disponibles de café de un total de 480 plantas de la misma, por lo que se utilizó un muestreo por conveniencia, la técnica empleada para la recolección de datos fue una entrevista informal. Los principales resultados fueron exitosos ya que se logró una efectividad de 97% con respecto a la detección y clasificación de la roya, puesto que de un total de 94 predicciones se logró obtener 90 predicciones correctas con respecto a hojas sanas por otro lado, con respecto a las hojas dañadas de un total de 88 predicciones se obtuvo 86 predicciones correctas. Se concluyó que al utilizar redes neuronales artificiales, en este caso una red neuronal convolucional se puede desarrollar una herramienta útil para la actividad de detectar y clasificar hojas que presenten roya, con ayuda de una

aplicación móvil las personas que se dedican a ese rubro podrían realizar este tipo de tareas con una efectividad mejor comparada al resultado que pueden obtener al hacerlo de forma manual o tradicional, por otro lado se concluye que con las nuevas tendencias tecnológicas que se vienen presentando y que no requieren un costo excesivo pueden mejorar los resultados, en este caso para la producción del café. (Cusme Zambrano, y otros, 2019)

Tenorio y otros (2018), en su investigación titulada *Dron detector de plagas en cultivos de maíz*. Tuvo como objetivo de investigación detectar la plaga en cultivos de maíz utilizando procesamiento de imágenes. Fue un estudio experimental-cuantitativo, la población de estudio estuvo constituida por el sembrío de maíz de la comunidad de San Miguel Zozutla, ubicado en el estado de Puebla, México y se utilizó un muestreo por conveniencia para realizar el monitoreo que se llevó a cabo con el dron, la técnica utilizada para la recolección de datos fue la observación. Los principales resultados fueron exitosos ya que con el desarrollo de esta herramienta utilizando el procesamiento de imágenes se pudo lograr mejorar la eficiencia, esto permitió minorizar las pérdidas por causa de plagas en un 20% a 25% en sus cultivos, también con respecto a la producción del maíz, se logró obtener 2 toneladas más que el año anterior en relación por hectárea generando 12 toneladas de grano, en otro sembrío se logró obtener 8 toneladas de grano en cuanto a 50 mil plantas de maíz, generando media tonelada más que años anteriores. Se concluyó que esta herramienta desarrollada fue de gran apoyo a los agricultores sobre todo en la detección de plagas en plantas de maíz, por lo que eso también genera mejores resultados económicos y de producción, esto resalta debido a que en ese lugar predomina la agricultura pues en su mayoría su población se dedica a esa actividad por otro lado, al generar mejores resultados se puede invertir dinero en implementar la herramienta desarrollada para que realice otras funciones. (Tenorio, y otros, 2018)

En lo que concierne al marco teórico del presente trabajo de investigación estos son los conceptos utilizados.

2.1. Variable Independiente

Reconocimiento de imágenes

Según lo indica (Assandri, y otros, 2017), la detección y clasificación en imágenes o videos a través de patrones u objetos de los mismos, hace referencia al reconocimiento de imágenes o reconocimiento visual. Consiste en dividir la imagen completa en un número de cuadrados unitarios que representan valores de intensidad. Esta unidad es llamada pixel y la imagen es interpretado por el ordenador como una matriz numérica de dos dimensiones, e identifica un objeto en forma predeterminada basado en técnicas de inteligencia artificial. (Cadena Moreano, y otros, 2017)

Procesamiento digital de imágenes

Según (Medina Andia, y otros, 2019) definen el procesamiento digital de imágenes como una importante etapa para un sistema de visión artificial, esto es debido a que en este proceso una imagen común pasa una transformación en la que luego dicha imagen ya no presenta problemas de iluminación ni ruidos de cuantización, en la búsqueda realizada a través del SVA podemos obtener un mejor resultado de la imagen, esto gracias al procesamiento de imágenes y sus diferentes técnicas.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial según (Fernández Bedoya, 2019) permite que las maquinas realicen diferentes funciones que por consecuente necesitan de las diferentes capacidades de una persona, es así que en diferentes casos llegan a superar las tareas que un humano puede realizar. En su mayoría las aplicaciones que utilizan inteligencia artificial se encuentran dentro del campo de aprendizaje automático (machine learning), este se basa en lograr que un ordenador a partir de los datos que se le introducen realice un estudio de análisis, por medio de un proceso que se va

perfeccionando de modo automático, acorde se añade más datos al algoritmo.

La inteligencia artificial no es un tema que recién haya sido realizado en diferentes aplicaciones, pues este apareció en los años cincuenta, pero destacó recientemente en estos últimos años, principalmente por estos tres factores.

Mayor volumen de datos digitales.

Posibilidad de aumentar el espacio para el almacenamiento y sus procesos digitales, a un menor costo.

El desarrollo de mejores algoritmos para su empleo.

Aprendizaje automático

Según (Baviera, 2017) el aprendizaje automático se originó de la inteligencia artificial en el campo informático, se trata de un aprendizaje profundo a través del procesamiento de datos, es así que mediante las entradas recibidas en un programa se extraiga los patrones de comportamiento, para luego analizar y estudiar esa información con el fin de que luego se realice la evaluación de nuevas entradas.

El aprendizaje automático presenta 2 tipos, el aprendizaje automático no supervisado y el supervisado. En el primero solo en base a sus entradas realiza sus procesamientos, es decir que mediante las entradas que recibe el programa, este se va configurando de tal manera que así realice el proceso del reconocimiento que va recibiendo. Por otro lado, el aprendizaje automático supervisado realiza 2 procesos, hallar los parámetros indicados y que sean mejores para el programa, y así luego se evalúe el grado de fiabilidad través de los parámetros encontrados.

MYSQL

Según indica (Hostinger, 2020), MySQL es un sistema de gestión de base de datos que presenta código abierto y un modelo cliente – servidor, así mismo expresa que este software es utilizado como un servicio para la

creación y administración de bases de datos las cuales se basan en un modelo relacional.

Dentro de MySQL se encuentran diferentes términos los cuales se teorizan a continuación.

Base de datos

Como lo indica (Tic Portal, 2019), esta herramienta trabaja en la recopilación y organización de datos para relacionarlos de tal manera que se pueda realizar una búsqueda rápida y recuperación de estos mediante un ordenador. Además, manifiesta que con el uso de bases de datos se pueden realizar análisis de informes con complejidad de datos.

Código abierto

Para (Hostinger, 2020), al hablar de código abierto, manifiesta que cualquier usuario lo puede usar y modificar, así mismo se puede realizar la personalización del código fuente de tal modo que se adapte mejor a las necesidades de cada usuario.

Según (Hostinger, 2020) al utilizar el software MySQL, este presenta características mencionadas a continuación.

Flexible y fácil de usar, porque se puede realizar modificaciones al código fuente para la satisfacción y necesidad del usuario sin tener que realizar ningún pago.

Alto rendimiento, ya que permite almacenar grandes volúmenes de datos sin mostrar complejidades en sus procesos y con optimas velocidades.

Seguro, puesto que, al realizar la gestión de datos, el software cuenta sistema de acceso y administración con privilegios en las cuentas de los usuarios, lo que le permite un estándar alto en seguridad.

PHP

Según (Arias, 2017) en su libro Aprende Programación Web con PHP y MySQL: 2ª Edición, este denomina a PHP como un lenguaje libre en

programación, el cual es utilizado originalmente para desarrollar aplicaciones que actúan en el servidor, y a través de ellas se genera contenido dinámico en la red mundial de información conocida generalmente como World Wide Web.

Así mismo se dice que este lenguaje de programación se encuentra como uno de los primeros que permite insertar documentos HTML y en casos diversos dispensando utilizar para eventuales procesamiento de datos, archivos externos. Hoy por hoy, el lenguaje PHP es posible instalarlo en la mayoría de sistemas operativos, sin realizar pago alguno, compitiendo con el entorno de aplicaciones web ASP, el cual es propiedad de Microsoft.

Este lenguaje libre, es un lenguaje de programación específico de dominio, dicho de otra manera, el campo de actuación hacia donde se extiende es el desarrollo web, siendo su principal propósito la implementación de soluciones web eficientes, veloces y simples con las características siguientes.

Robustez y velocidad, estructurado y orientado a objetos, portabilidad e independencia de plataforma y open source.

Utilizando el Server-side, se envía el pedido por parte del cliente mientras que la respuesta se da en una página HTML por parte del servidor, al utilizar código HTML, este ocasiona como respuesta uniformidad en sus documentos que son interpretados por el navegador de manera única.

ML5

Según (Shiffman, y otros, 2018), indican que esta herramienta se desarrolló con el propósito de que el aprendizaje automático este más al alcance de programadores, artistas y estudiantes así mismo el desarrollo de ML5 estuvo basado en la biblioteca del lenguaje de programación JavaScript, con nombre TensorFlow.js.

Esta herramienta otorga accesibilidad a modelos y algoritmos de aprendizaje automático, mediante ejemplos que utilizan JS donde principiantes pueden hacer uso muy fácilmente de ello, además de proporcionar una interfaz donde se cargará un modelo el cual ha sido entrenado previamente en línea de código desde la nube.

TensorFlow

Según (Aguirre Huelves, 2021), esta librería sirve para la realización y entrenamiento de redes neuronales, llamándose anteriormente DistBelief, en la actualidad se ejecuta en con diferentes sistemas operativos como los son Windows, Mac OS, Linux y también en celulares como Android e iOS.

Red Neuronal Artificial

Para (Aguirre Huelves, 2021) las redes neuronales están representadas por algoritmos que realizan la emulación del proceso que lleva cabo un cerebro humano. Por lo tanto, estos algoritmos, son diseñados de manera individual con el propósito de llevar a cabo el reconocimiento de patrones numéricos, donde mediante la neurona debe traducirse aquellos elementos que se quieren analizar, los cuales pueden ser sonidos, imágenes, videos y entre otros.

Así mismo, según (Aguirre Huelves, 2021) las redes neuronales no necesitan una programación específica para que aprendan diferentes tareas, ya que estas logran hacerlo sin que sea necesario. Esto es realizado por medio de un entrenamiento a la red neuronal para cumplir alguna tarea, ya que mientras más entrenada esté, el resultado del proceso que está ejecutándose, será cada vez más eficaz, así también se realiza mediante un ingreso de datos, mostrándole que es lo correcto y que cosa no debe hacer, de acuerdo con los datos devueltos tras pasarle datos de entrada.

Tipos de redes neuronales

A continuación, se muestran cómo se clasifican las redes neuronales.

Redes físicas, no solo están conformadas por el software, sino que también lo conforman objetos del hardware, como componentes físicos eléctricos, por lo que realizan la emulación de las neuronas como en el cerebro humano, y la comunicación que tienen.

Redes prealimentadas, debido a que la información se desplaza en una sola dirección, es uno de los tipos de redes más sencillas que existen.

Redes recurrentes, este tipo de red neuronal utiliza dos direcciones para desplazar la información, por ello es caracterizada por su memoria y su sentido temporal.

Redes de base radial, este tipo de red neuronal, calcula la salida de una función en función de la distancia a un punto designado como centro.

Redes modulares, se encuentra compuesta por subredes, las cuales se encargan de dar solución al problema que se ha planteado.

Por otro lado, el uso de las redes neuronales en la actualidad es variado, ya que se aplica en diferentes objetos para el cumplimiento de sus tareas, a continuación, se muestra algunos usos de esta herramienta.

Google, y su motor de búsqueda

Facebook y su motor de búsqueda

Automóviles inteligentes

Androides humanoides, que aprenden el lenguaje de los humanos

Y para otros procesos de reconocimiento de imágenes y videos mediante patrones.

2.2. Variable Dependiente

Plagas y enfermedades del maíz

Según (FuturCrop, 2018) las plagas y enfermedades son una de las principales razones que causan que el cultivo de maíz no tenga un buen desarrollo, ya que esta planta se ve afectada, lo cual genera como consecuencias daños y pérdidas. Cuando la planta de maíz está en su etapa de desarrollo, generalmente es ahí donde las plagas atacan, es por eso que para realizar un control adecuado necesitamos conocer la relación que existe entre estos dos componentes. A través de los daños que causa la plaga en el maíz, podemos conocer qué tipo de plaga ha sido la que atacó.

La planta de maíz presenta vulnerabilidades de diferente grado en sus etapas de desarrollo, es así que, en algunos periodos del desarrollo de la planta de maíz, esta puede encontrarse en mayor susceptibilidad ante el ataque causado por una plaga.

Durante su desarrollo de la planta de maíz, iniciando por la germinación de esta, hasta su última etapa podemos indicar la relación que la planta de maíz mantiene con la plaga.

Cuando la planta de maíz recién ha sido sembrada y hasta un poco después de su primera etapa (germinación), esta es atacada por el *gusano del suelo o gusanos grises*, también por *gusanos del alambre*, estas plagas perjudican a la planta de maíz atacando su semilla o el cuello de la planta joven.

En el momento en que la planta de maíz presenta más de 8 hojas, empiezan los ataques por parte del *gusano cogollero*, *el gusano trozador*, *el gusano soldado*, por *rosquillas verdes y negras* y también por la *oruga militar* y *filófagas*. Así mismo en este periodo la planta de maíz también puede ser atacada por *pulgones* y por diferentes *cicadélidos*, *ácaros* y *larvas de diabrotica*.

En la etapa de madurez de la planta de maíz cuando presenta más de 12 hojas esta puede ser afectada por *Sesamias* y *Ostrinia* adultas, en

ocasiones también presenta una adulta *Mythimna*. Así mismo es atacada por la *araña roja* y por el *Heliothis*.

Drones

En el libro de (García-Cabañas Bueno, y otros, 2018) titulado “Guía de mantenimiento y reparación de drones (RPAS)” hace referencia de que los drones o también conocidos por RPA lo cual significa “aeronave pilotada remotamente”, son un subconjunto de vehículos que pueden volar de manera remota siendo controlados por un experto, por el contrario los UAV que hace referencia a “Vehículos aéreos no tripulados” son capaces de volar de manera autónoma sin la necesidad de que estén siendo controlados remotamente por una persona. Cabe destacar que, en el caso de los RPA, estos pueden usar piloto automático o un vuelo asistido, pero siempre tienen que estar siendo vigilados por una persona.

En el caso de los RPAS se presentan de 2 tipos según el uso de sus funciones.

En primer caso tenemos los de uso militar, los cuales presentan están contruidos con materiales resistentes y con una avanzada electrónica.

Por segundo lugar tenemos los que se utilizan como distracción o para hobbies, los cuales presentan materiales con menor resistencia y una electrónica adaptada para un usuario común.

Cabe mencionar que en ambos casos presentan 4 factores que son importantes para su actividad, siendo estos el concepto de vuelo, el tiempo, la distancia y la unidad de potencia.

Detección de objetos en imágenes

Esta técnica de visión artificial puede hacer una identificación y ubicación de objetos ya sea en imagen o video, por lo que se entiende en dos partes, localizar y clasificar un objeto, la primera nos ayuda en la ubicación y la segunda permite la definición de la clase a la que pertenece, pudiendo ser una persona, auto, animal, etc.

Técnicas de muestreo

Según (Otzen, y otros, 2017) la muestra para una población puede obtenerse de ambas formas, utilizando la técnica probabilística y no probabilística. Para la técnica probabilística todos los individuos de una población tienen la posibilidad de ser escogidos de forma aleatoria o al azar. Mientras que para la técnica no probabilística no todos los individuos cumplen ciertos criterios o características, en consecuencia, no pueden ser del todo confiables y válidos, por lo que para su selección se realizan bajo el criterio del investigador.

Para el presente proyecto se utilizó el tipo de técnica probabilística puesto que, en la población de plantas de maíz, todas y cada una de ellas tienen la misma posibilidad de ser elegidas para una muestra de evaluación.

De esta manera se trabajó con la técnica de zig-zag ya que esta técnica es utilizada en campo, específicamente en cultivos de maíz.

Según detalla (Mendoza Corrales, y otros, 2017), este tipo de técnica permite la recolección de submuestras en el campo, basándose en pasos caminados en líneas cruzadas de diferentes puntos seleccionados, siendo una técnica resaltante de tierras homogéneas y planas.

Técnica de muestreo zig-zag

Para la muestra se utilizó el método de técnica zig-zag, este tipo de técnica se aplicó en las 15500 plantas de maíz ubicadas en el centro poblado de Cruceta, Tambogrande-Piura.

El tamaño del sembrío de maíz es de 2500 m², por lo que se empezó ubicando uno de sus extremos (punto x), donde se avanzó 10 metros (punto x') y se procedió a ingresar. Se avanzó 10 metros sobre el surco y se determinó el punto de muestreo A, después se examinó 10 plantas contiguas hasta llegar al punto A' cubriendo 10 metros en superficie lineal. Posteriormente se desplazó 10 metros en forma perpendicular al mismo y se determinó el punto de muestreo B, donde se examinó 10 plantas como se detalló anteriormente, hasta llegar al punto B'. Así se continuó

en zig-zag, atravesando el campo, hasta que se completó un mínimo de 10 puntos.

Cantidad de muestras

Para revista titulada (El protocolo de investigación III: la población de estudio, 2016), la cantidad de muestras obtenidas para un estudio resulta de la población total, este número específico de muestras tomadas ayudará a cumplir con los objetivos que se plantearon en un principio.

Eficiencia

Según (Fontalvo Herrera, y otros, 2018) determinan como eficiencia al propósito de lograr el mismo objetivo con menos recursos, o mejorar el objetivo trazado con la misma cantidad de recursos. Por lo que se realizará una eficiencia por evaluación del cultivo de maíz, cuando una persona toma las muestras de la plaga y cuando se hace por medio del sistema.

Nivel de eficiencia

Para (Mejía Cañas) el nivel de eficiencia se mide con los resultados y aciertos obtenidos de una tarea, este puede ser medido con un instrumento de evaluación y así realizar una comparación de los niveles de eficiencia.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, porque se medirá los efectos que produce la variable independiente la cual es el Sistema de reconocimiento de imagen en la variable dependiente, Detección de plaga cogollero.

Según (Müggenburg Rodríguez V, y otros, 2010) esta investigación se caracteriza por la participación que ha sido programada e intencionada, donde se realiza la manipulación de la variable independiente con la finalidad de evaluar que impacto produce en la variable dependiente.

El tipo de diseño es pre experimental, para (Hernández Sampieri, y otros, 2014) esta consiste en la realización de una prueba (pretest) a un grupo, posteriormente se le realizaría la aplicación del estímulo, para después realizar al mismo grupo otra prueba (post-test), de este modo generar un punto referencial como inicio y a la variable dependiente realizarle un seguimiento.

Esta investigación es de tipo aplicada ya que según (Sánchez Miranda, 2021), este tipo de estudio se caracteriza por brindar una solución al problema que está generando daños o contratiempos, como en este caso la pérdida de sembríos de maíz por causa de la plaga cogollero.

Esta investigación comprende un enfoque cuantitativo puesto que la información que se va a recolectar es medible.

Según (Hernández Sampiere, y otros, 2003) los estudios con enfoque cuantitativo utilizan los datos recogidos por instrumentos para contrastar la hipótesis planteada, basándose en la medición y la estadística analítica, y de esa manera establecer el comportamiento de patrones.

G_p O_1 X O_2

Figura 1. Tipo y diseño de investigación

Dónde:

G_p : Grupo de plantas de maíz, 15500 plantas (1/4 has) de Tambogrande-Piura.

O_1 : Observación con técnica zig-zag por la persona encargada

X : Implementación del sistema de reconocimiento de imagen

O_2 : Observación con técnica zig-zag por sistema a través del dron

Se evaluó la siguiente hipótesis, la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se optimiza mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable dependiente

Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

La detección de plaga cogollero es un proceso de evaluación llevado a cabo por una persona encargada que tiene conocimientos sobre plagas, ya que estas afectan en el desarrollo de la planta y causan grandes pérdidas en sembríos de maíz. (Rios Archenti, 2017)

Variable Independiente

Sistema de reconocimiento de imagen

Proceso que se encarga de extraer automáticamente información contenida en imágenes. (Westcon-Comstor, 2017)

3.2.2. Operacionalización

Tabla 1. Variable dependiente: Detección de plaga cogollero

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
La detección de plaga cogollero es un proceso de evaluación llevado a cabo por una persona encargada que tiene conocimientos sobre plagas, ya que estas afectan en el desarrollo de la planta y causan grandes pérdidas en sembríos de maíz. (Rios Archenti, 2017)	La detección de plaga se realiza en el sembrío de maíz de 2500 m ² ubicado en Tambogrande, permitiendo hacer una evaluación cada cierta fecha para observar si es que hay presencia de plaga en la planta de maíz, esta evaluación se realiza con la técnica zig-zag.	Técnica muestral	Cantidad de muestras tomadas	Razón
		Eficiencia	Nivel de eficiencia por evaluación	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Variable independiente: Sistema de reconocimiento de imagen

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Proceso que se encarga de extraer automáticamente información contenida en imágenes. (Westcon-Comstor, 2017)	La herramienta permitirá detectar la plaga mediante algoritmos de inteligencia artificial y reconocimiento de imágenes tomadas a la planta de maíz mediante un dron, este recorrerá el cultivo utilizando técnicas de muestreo y el sistema hará comparaciones con su base de datos de imágenes de la plaga.	Satisfacción	Nivel de Satisfacción	Ordinal
		Usabilidad	Nivel de Usabilidad	Nominal

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La Revista Alergia México (El protocolo de investigación III: la población de estudio, 2016) determina un conjunto de casos como la población que se va estudiar, la cual cumple una serie de criterios predeterminados.

En este trabajo de investigación se determinó como población al número de evaluaciones del cultivo de maíz, lo cual están conformadas por 9 evaluaciones en total, esto debido a que las evaluaciones realizadas deben ser periódicas, semanales y en etapas críticas de desarrollo del cultivo, es así que las observaciones entomológicas deben realizarse preferentemente 2 veces por semana.

La cantidad de población se presenta en la tabla N° 03.

Tabla 3. Población de estudio

Población	Cantidad
Evaluaciones de cultivo de maíz	9 evaluaciones de cultivo de maíz

Fuente: Cruceta - Tambogrande

3.3.2. Muestra

En la presente investigación se utilizó la técnica zig-zag por cada evaluación, por consiguiente, se trabajó con la misma cantidad de población total, ya que según la revista (El protocolo de investigación III: la población de estudio, 2016) señala que, si la población para un estudio está conformada por una cantidad pequeña, no es necesario obtener una muestra, esto debido a que resulta asequible trabajar con la población total. La muestra para este estudio se presenta en la tabla N° 04.

Tabla 4. Muestra de estudio

Muestra	Cantidad
Evaluaciones de cultivo de maíz	9 evaluaciones de cultivo de maíz

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos según (Hernández Mendoza, y otros, 2020), son utilizados para la recolección de los mismos, los cuales están basados en procedimientos y diferentes actividades, permitiendo de esa manera obtener la información que se necesita para dar respuesta a la pregunta de investigación, por parte del investigador.

En la presente investigación se utilizó para la variable dependiente, la técnica de observación, en donde se aplicó como instrumentos las guías de observación.

Mientras que para la variable independiente se utilizaron las técnicas de encuesta y observación, aplicando un cuestionario y una lista de chequeo respectivamente.

Guía de Observación

Según (Benguría Puebla, y otros, 2010), este instrumento es utilizado en un proceso de observación riguroso, permitiendo de esta manera al investigador describir una situación mediante la recolección de información y contrastar hipótesis.

Cuestionario

Según (Meneses, 2016), este instrumento es empleado para la recolección de datos cuando se realiza un trabajo de campo, en algunos estudios cuantitativos, generalmente en aquellas que se desarrollan con métodos de encuesta. Mediante esta herramienta el investigador realiza un conjunto de preguntas, con las que se permite hacer la recolección de la información acerca de la muestra de una población de personas siendo esta información de forma estructurada.

Lista de chequeo

Según (Caycho Morales, y otros, 2019), es un instrumento administrativo el cual mediante aquel se realiza un control y evaluación, y con los resultados observar si es que se está cumpliendo con lo establecido en el proceso, en el cual su propósito original es la prevención de fallas que se pueden manifestar al realizar tareas rutinarias.

Tabla 5. Detección de plaga cogollero

Indicadores	Instrumentos	Técnica
Cantidad de muestras tomadas	Guía de Observación 1	Observación
Eficiencia por evaluación de cultivo	Guía de Observación 2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Reconocimiento de imagen en cultivo de maíz

Indicadores	Instrumentos	Técnica
Nivel de Satisfacción	Cuestionario	Encuesta
Nivel de Usabilidad	Lista de chequeo	Observación

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procedimientos

En el desarrollo de esta investigación, se realizó la recolección de información de otras investigaciones con temáticas similares, para el marco teórico que sirvió para el planteamiento y soporte de los objetivos, así como también de los indicadores y dimensiones.

Con el instrumento guías de observación, se recolectó la data con la que se determinó la cantidad de muestras tomadas y se midió el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo con lo que respecta a la variable

dependiente, mientras que para la variable independiente se midió el nivel de satisfacción y se midió el nivel usabilidad.

Para finalizar, con la información obtenida mediante los instrumentos de investigación, se realizó el análisis estadístico y se analizó los resultados antes y después del uso de la implementación del sistema.

3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación, se realizó el análisis de los datos obtenidos mediante los instrumentos propuestos anteriormente se aplicó estadística descriptiva, utilizando el software SPSS Statistics 25 y Excel, la distribución de frecuencias, como también el uso de gráficos de sectores puesto que con la ayuda de estas tablas se pudo facilitar la obtención de la información que contienen los datos.

Como lo indica (Rendón-Macías, y otros, 2016), la estadística descriptiva es una técnica que permite la reducción de información recolectada para una mejor interpretación y análisis, mediante el uso de gráficos, tablas o cuadros.

Para determinar si los resultados obtenidos se distribuyen de forma normal se utilizó la prueba de normalidad. Ya que según (Vilalta, 2016), indica que la prueba de normalidad contrasta la obtención de valores de la muestra y población, de tal manera de estos sean consistentes y tengan una distribución normal.

Por consiguiente, la prueba de normalidad utilizada fue el método Shapiro Wilks, esto debido a que las evaluaciones realizadas fueron 9. Para (Flores Tapia, y otros, 2021) se realiza la aplicación de este test para muestras menores a 50, mientras que para muestras mayores se utiliza la prueba de Kolmogórov Smirnov. Así mismo afirma que para que exista normalidad, el valor de p tiene que ser mayor que 0.05.

Por otra parte, la hipótesis según (Espinoza Freire, 2018) es una idea que se confirma con los resultados obtenidos del estudio, buscando la explicación de un hecho. Así mismo, para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba de rangos de Wilcoxon para el indicador cantidad de muestras tomadas, esto debido a que los datos no se distribuyen de forma normal, para (Ramírez Ríos, y otros, 2020) la prueba de Wilcoxon es una prueba no paramétrica utilizada para la comparación de rangos negativos y positivos, mediante la cual se podrá evaluar si la hipótesis nula es rechazada o por lo contrario aceptada. Por otro lado, para el indicador nivel de eficiencia se aplicó la prueba T-Student, esto debido a que los datos se distribuyen normalmente, así pues, según (Sánchez Turcios, 2015) esta prueba es aplicada para poder contrastar la hipótesis, así mismo se utiliza en muestras pequeñas con distribución normal.

La hipótesis general es mostrada a continuación.

H_0 : La detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) no se optimiza mediante el uso de un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

H_1 : La detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se optimiza mediante el uso de un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Las hipótesis específicas son mostradas a continuación.

Hipótesis específica 1: Las muestras tomadas incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

CM_a : Muestras tomadas antes de la implementación del sistema.

CM_d : Muestras tomadas después de la implementación del sistema.

H_0 : Las muestras tomadas no incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_0: CM_a \geq CM_d$$

H_1 : Las muestras tomadas incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_1: CM_a \leq CM_d$$

Hipótesis específica 2: La eficiencia por evaluación mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

NE_a : Eficiencia por evaluación antes de la implementación del sistema.

NE_d : Eficiencia por evaluación después de la implementación del sistema.

H_0 : La eficiencia por evaluación no mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_0: NE_a \geq NE_d$$

H_1 : La eficiencia por evaluación mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_1: NE_a \leq NE_d$$

P_i : Promedio de inicio

P_f : Promedio final

R: Porcentaje de promedio final

$$R = \frac{PF * 100}{PI}$$

Para obtener el nivel de eficiencia por evaluación se aplicó la siguiente formula.

$$NE = \frac{M_t}{D_e} / 100$$

Donde:

NE: Nivel de eficiencia

M_t : Muestras tomadas

D_e : Duración de evaluación en minutos

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó con el reconocimiento de la propiedad intelectual de los autores, para lo cual se consideraron las referencias y citas bibliográficas de la información utilizada según la norma ISO 690-2. Además, se siguieron los lineamientos establecidos en el reglamento de la Universidad César Vallejo para la elaboración de investigaciones.

Así mismo se tomó en cuenta la discreción y confiabilidad de los datos otorgados por los empleados, según el documento de autorización expedido por la empresa para este estudio, en este caso por las personas que laboran en Cruceta-Tambogrande, lugar donde se llevó a cabo la investigación.

En cuanto al bienestar del objeto estudiado, se prestó la atención necesaria para el bienestar en su totalidad de cada planta de maíz, haciendo uso correcto de la confianza brindada por el personal encargado del cuidado de estas. Cabe resaltar que se le notificó con anticipación sobre la funcionalidad y objetivo de la herramienta utilizada para la

recolección de datos, dándole total libertad de decisión para participar dentro de la investigación.

IV. RESULTADOS

Descripción

La presente investigación se desarrolló en dos fases, esto con el fin de delimitar el rechazo o afirmación de la hipótesis planteada, dado que se utilizará el diseño pre experimental. Como primera fase se llevó a cabo el pre-test, donde se midió cada indicador de la variable dependiente antes de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen. Posteriormente para la segunda fase se llevó a cabo el post-test donde se midió cada indicador de la variable dependiente después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen. Esto se desarrolló para poder realizar una comparación entre ambas fases y comprobar si es que hubo una mejora o no.

Los datos se analizaron mediante la herramienta IBM SPSS Statistics 25 buscando de esta manera realizar la prueba de normalidad, considerando la muestra utilizada y determinar si la hipótesis es aceptada o rechazada.

Análisis descriptivo

En esta investigación se aplicó un sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero con el que se evaluó la cantidad de muestras tomadas y el nivel de eficiencia por evaluación. Para ello se llevó a cabo la realización de un pre-test con los datos obtenidos en la guía de evaluación. Posteriormente se realizó la implementación del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero, donde se determinó la cantidad de muestras tomadas y se midió el nivel de eficiencia, a través del post-test.

Los resultados pueden observarse a continuación en las Tablas 7 y 8.

En primer lugar, tenemos Tabla 7, donde se muestran los resultados del indicador cantidad de muestras tomadas.

Es así que en el pre-test se obtuvo un promedio de 100 muestras por otro lado, en el post-test se obtuvo 242.67 muestras, por lo tanto, se muestra una diferencia clara entre el antes de la implementación del sistema reconocimiento de imagen y después de esto. Asimismo, el mínimo de resultado antes fue de 100 y 116 muestras después.

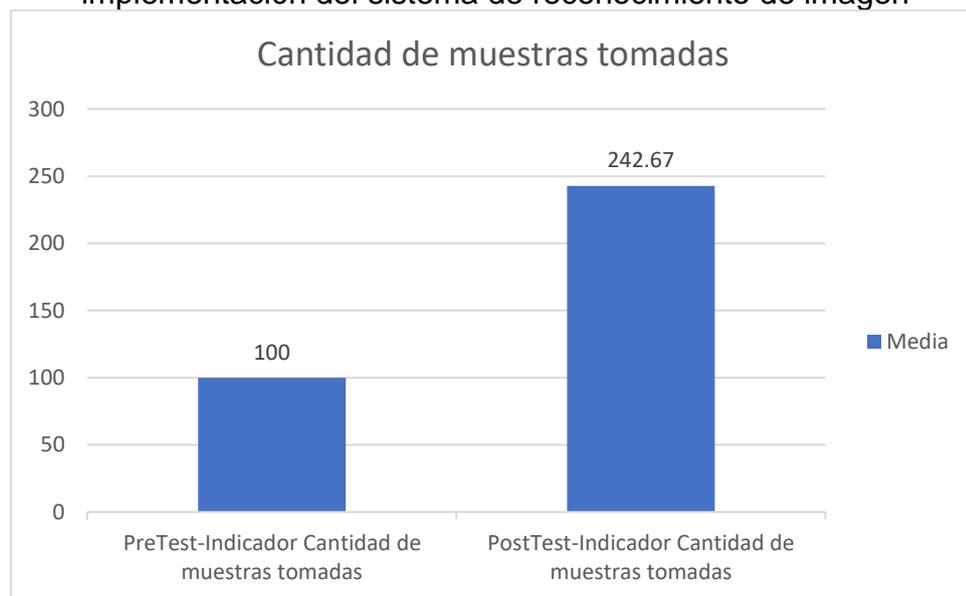
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la cantidad de muestras tomadas antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen

Estadísticos descriptivos					
	Muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
PreTest-Cantidad de muestras tomadas	9	100	100	100	0
Post Test- Cantidad de muestras tomadas	9	116	436	242.67	102.31

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la cantidad de muestras tomadas en el pre-test y el post-test se muestra a continuación.

Figura 2. Índice de cantidad de muestras tomadas antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen



Fuente: Elaboración propia

Como segundo lugar, se tiene la Tabla 8, donde se muestran los resultados del indicador nivel de eficiencia por evaluación. Es así que en el pre-test se obtuvo un 1.69% por otro lado, en el post-test se obtuvo 23.14%, por lo tanto, se muestra una diferencia clara entre el antes de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen y después del mismo. Asimismo, el mínimo de resultado antes fue de 0.91% y después 7.81%. Además, la variabilidad obtenida fue de 0.45 antes y 11.16 después.

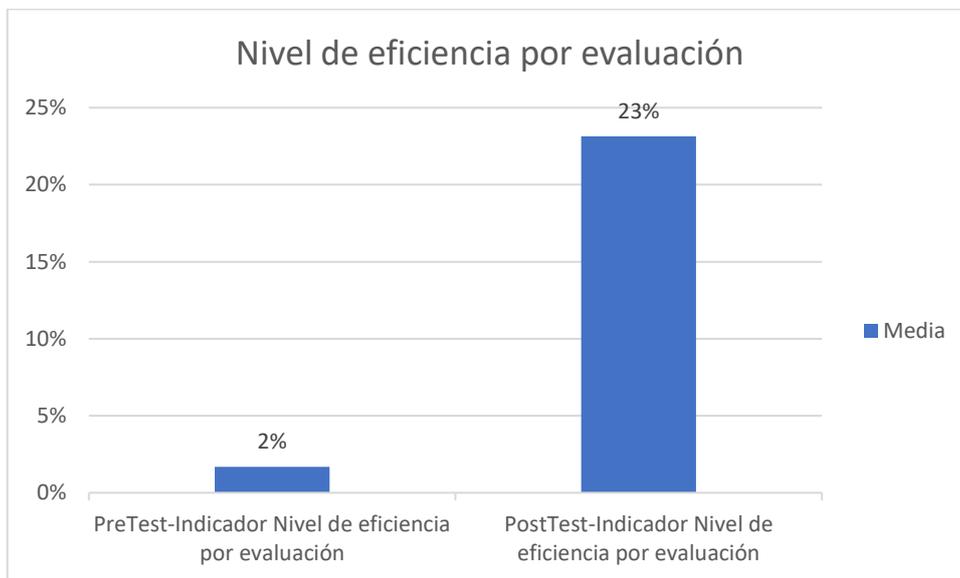
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la eficiencia por evaluación antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen

Estadísticos descriptivos					
	Muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
PreTest-Eficiencia por evaluación	9	0.91	2.22	1.69	0.45
Post Test-Eficiencia por evaluación	9	7.81	45.45	23.14	11.16

Fuente: Elaboración propia

El nivel de eficiencia por evaluación en el pre-test y el post-test se muestra a continuación.

Figura 3. Índice de nivel de eficiencia por evaluación antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de imagen



Fuente: Elaboración propia

Análisis inferencial

La prueba de normalidad fue realizada con el método Shapiro-Wilk, ya que según (Flores Tapia, y otros, 2021) indican que este método es utilizado para muestras menores de 50, mientras que en muestras mayores de 50 se utiliza el método de Kolmogórov-Smirnov, en base a ello la muestra para ambos indicadores es de 9 evaluaciones. Se trabajó con el software IBM SPSS Statistics 25 teniendo en cuenta que para los datos sean normales

el Sig. ≥ 0.05 mientras que para que los datos no sean normales el Sig. < 0.05 .

Para el indicador cantidad de muestras tomadas, los resultados se muestran en la Tabla 9. Para el PreTest se obtuvo en el Sig. un valor de 0 siendo este un valor menor que 0.05 lo que indica que los datos no son normales, esto debido a que las muestras tomadas por el evaluador en cada evaluación siempre serán 100 utilizando la técnica zigzag, mientras que en el PostTest el valor obtenido fue de 0.370 siendo este un valor mayor que 0.05, esto indica que los datos son normales. Por consiguiente, los datos no se distribuyen de forma normal.

Tabla 9. Prueba de Normalidad del indicador Cantidad de muestras tomadas

			Prueba de Normalidad		
			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig
PreTest	Cantidad de	de	0	9	0
Post test	Cantidad de	de	.917	9	.370

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 4 se observa que para el PreTest la media obtenida fue de 100 y 0 para la desviación estándar.

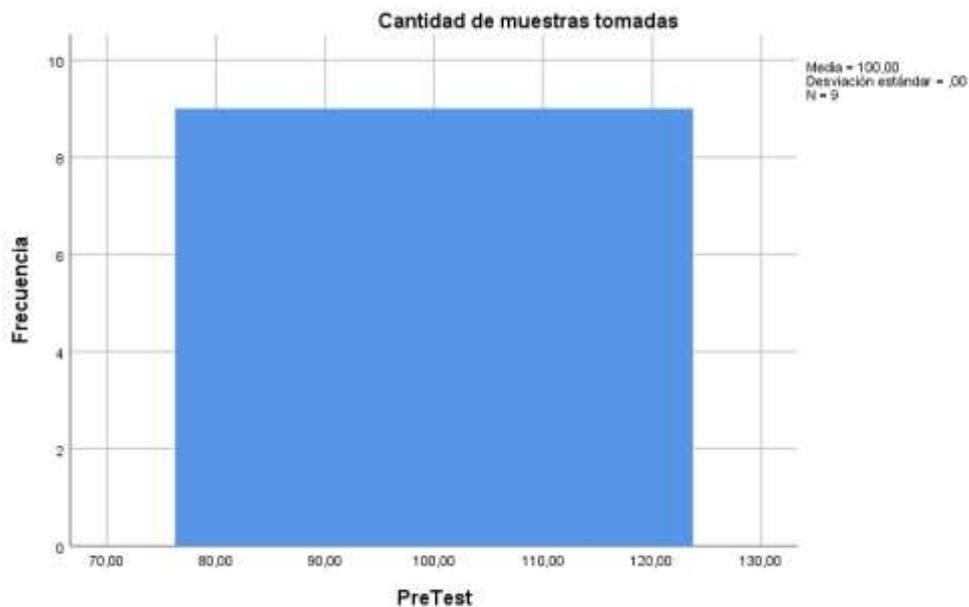


Figura 4. Prueba de normalidad de la cantidad de muestras tomadas para el PreTest

Para la el PostTest se muestra en la Figura 5, donde se observa que la media obtenida fue de 243 y 102.31 para la desviación estándar.

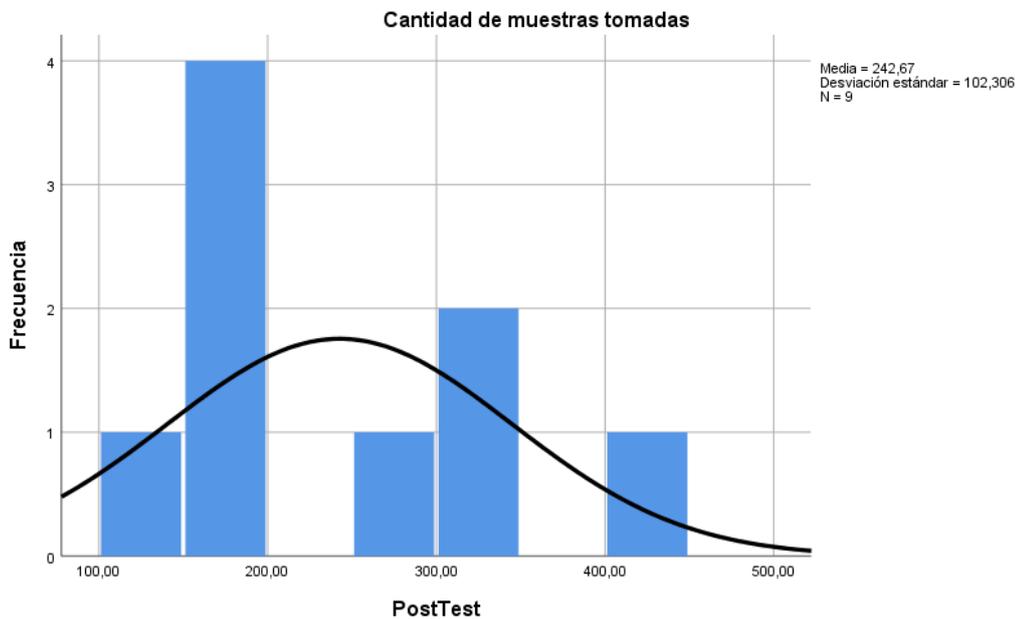


Figura 5. Prueba de normalidad de la cantidad de muestras tomadas para el PostTest

Por consiguiente, con lo que se observa en la Figura 4 y 5, la cantidad de muestras tomadas mejoró de 100 a 243.

De igual manera se realizó la prueba de normalidad para el indicador nivel de eficiencia por evaluación, los resultados se muestran en la Tabla 10, donde para el Sig. en el PreTest el valor obtenido fue de 0.411 siendo este un valor mayor que 0.05 lo que indica que los datos son normales, mientras que para el PostTest el valor obtenido fue de 0.726 siendo este un valor mayor que 0.05 indica que los datos son normales. Por consiguiente, los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 10. Prueba de Normalidad del indicador Nivel de eficiencia por evaluación

Prueba de Normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig
PreTest Nivel de eficiencia por evaluación	.922	9	.411
Post test Nivel de eficiencia por evaluación	.953	9	.726

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 6 se observa que para el PreTest la media obtenida fue de 2 y 0.45 para la desviación estándar.

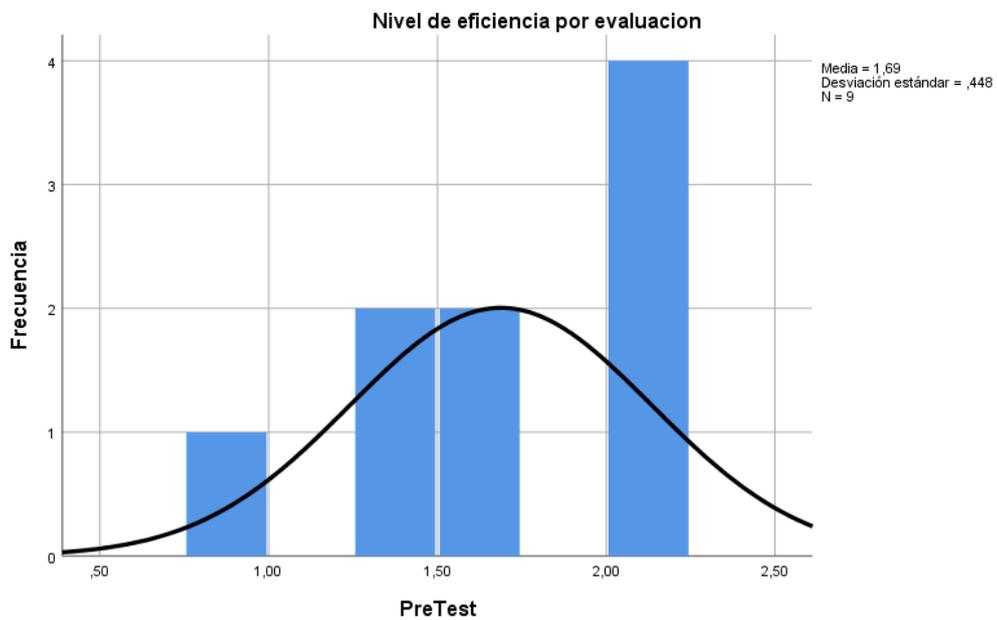


Figura 6. Prueba de normalidad del nivel de eficiencia por evaluación para el PreTest

Para la el PostTest se muestra en la Figura 7, donde se observa que la media obtenida fue de 23 y 11.16 para la desviación estándar.

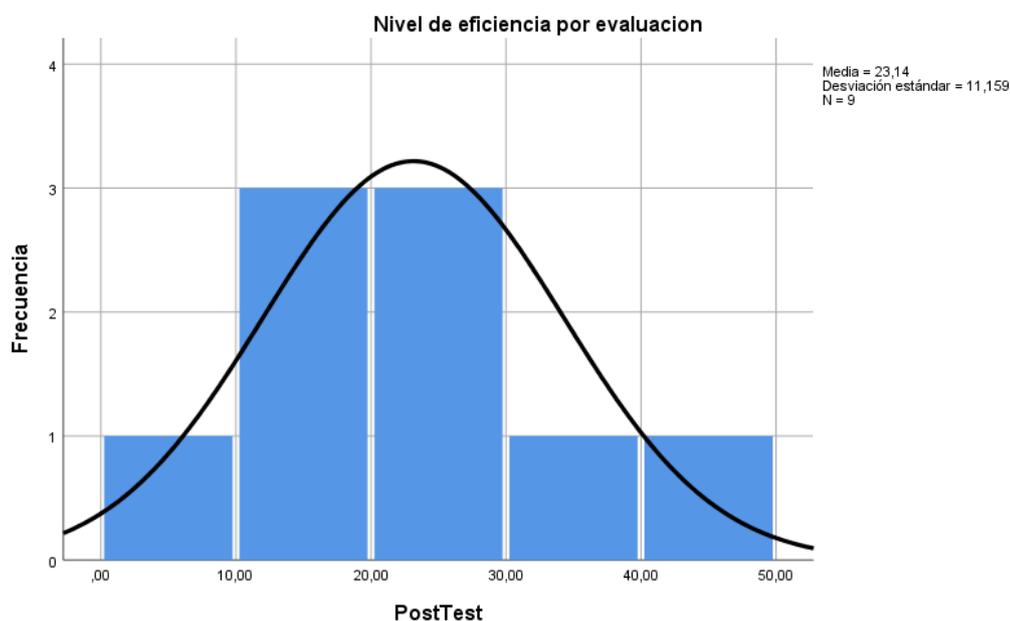


Figura 7. Prueba de normalidad del nivel de eficiencia por evaluación para el PostTest

Por consiguiente, con lo que se observa en la Figura 6 y 7, el nivel de eficiencia por evaluación mejoró de 2 a 23.

Así pues, para contrastar si la hipótesis es aceptada o rechazada, se realizó la prueba de rangos de Wilcoxon para el primer indicador debido a que los datos no se distribuyen normalmente, mientras que para el segundo indicador se utilizó prueba T-Student, en vista a que los datos están distribuidos normalmente.

Prueba de Hipótesis 1

HE 1. Las muestras tomadas incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Indicador. Cantidad de muestras tomadas

H. Estadísticas

Definición de variables

CM_a : Muestras tomadas antes de la implementación del sistema.

CM_d : Muestras tomadas después de la implementación del sistema.

H_0 : Las muestras tomadas no incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_0: CM_a \geq CM_d$$

H_1 : Las muestras tomadas incrementan con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_1: CM_a \leq CM_d$$

En la Tabla 11 y 12 se muestran los resultados con la Prueba de rangos de Wilcoxon para el indicador Cantidad de muestras tomadas.

Tabla 11. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
PostTest_Cantidad de muestras tomadas PreTest_ Cantidad de muestras tomadas	Rangos negativos	0 ^a	.00	.00
	Rangos positivos	9 ^b	5.00	45.00
	Empates	0 ^c		
	Total	9		

a. PostTest_Cantidad de muestras tomadas < PreTest_Cantidad de muestras tomadas

b. PostTest_Cantidad de muestras tomadas > PreTest_Cantidad de muestras tomadas

c. PostTest_Cantidad de muestras tomadas = PreTest_Cantidad de muestras tomadas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Estadísticos de prueba

Estadísticos de Prueba ^a	
	PostTest_ Cantidad de muestras tomadas PreTest_ Cantidad de muestras tomadas
Z	-2.666 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	.008

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en Rangos Negativos

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 12, con respecto a los promedios comparados, el Sig. que se muestra es de 0.008, este valor fue comparado con el valor de referencia por la Tabla de Wilcoxon la cual se encuentra ubicada en el anexo 6. Lo que indica que como se utilizó una muestra de 9 en el indicador cantidad de muestras tomadas, 0.829 fue el valor para la comparación.

Es así que si el valor de Sig. es de 0.008 como se muestra en la Tabla 12, siendo este un valor menor que 0.829 (ver anexo 6), además siendo el valor del Sig. menor que 0.05. Así pues, la hipótesis nula fue rechazada y la hipótesis alterna fue aceptada, puesto que el sistema de reconocimiento de imagen si incrementó la cantidad de muestras tomadas para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Prueba de Hipótesis 2

HE 2. La eficiencia por evaluación mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

H. Estadísticas

Definición de variables

NE_a : Eficiencia por evaluación antes de la implementación del sistema.

NE_d : Eficiencia por evaluación después de la implementación del sistema.

H_0 : La eficiencia por evaluación no mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_0: NE_a \geq NE_d$$

H_1 : La eficiencia por evaluación mejora significativamente con el uso del sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

$$H_1: NE_a \leq NE_d$$

En la Tabla 13 se muestran los resultados con la Prueba T-Student para el indicador Nivel de eficiencia por evaluación.

Tabla 13. Prueba T-Student de muestras relacionadas

Prueba de muestras emparejadas					
	Desv. Error Promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior		
PreTest_Nivel de Eficiencia por evaluación PostTest_Nivel de Eficiencia por evaluación	3.65	-29.88	-13.03	-5.870	0.000

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 13, con respecto a los promedios comparados, el Sig. que se muestra es de 0.000, este valor fue comparado con el valor de referencia por la Tabla de distribución T-Student la cual se encuentra ubicada en el anexo 7. Lo que indica que como se utilizó una muestra de 9 en el indicador cantidad de muestras tomadas, 1.8331 fue el valor para la comparación.

Es así que si el valor de Sig. es de 0.000 como se muestra en la Tabla 13, siendo este un valor menor que 1.8331 (anexo 7), además siendo el valor del Sig. menor que 0.05. Así pues, la hipótesis nula fue rechazada y la hipótesis alterna fue aceptada, puesto que el sistema de reconocimiento de imagen si mejoró la eficiencia por evaluación para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se realizó una comparación de los resultados obtenidos por cada indicador para la comprobación de la hipótesis planteada, con los antecedentes nacionales e internacionales recopilados de diferentes estudios que se asemejan al nuestro, y los cuales sirvieron de base en nuestra investigación.

En el presente trabajo de investigación se obtuvo como resultado que el sistema de reconocimiento de imagen incrementó la cantidad de muestras tomadas para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021 de un promedio de 100 a 243 muestras, lo que equivale que hubo un incremento de 143% con respecto a la cantidad de muestras tomadas.

Por otro lado, se obtuvo como resultado que el sistema de reconocimiento de imagen mejoró el nivel de eficiencia por evaluación para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Así mismo, la investigación de (Piscoya Ferreñan, 2019), guarda relación con nuestro estudio ya que demuestra la eficiencia del sistema mediante la disminución del tiempo promedio en identificar la plaga en cultivo de sandía.

De igual forma (González Rafael, y otros, 2020) demostró la eficiencia, en la dimensión “ejecución del proceso” reduciendo la misma en 30 minutos la identificación de plagas en arándanos, sin embargo, dichos autores utilizaron en su metodología el uso de un dispositivo móvil para la toma o captura de muestras a comparación de nuestra investigación que utilizó un RPA o dron.

Es así que los resultados de este trabajo de investigación demuestran que con el uso de Sistemas de información se logra asegurar la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos, por lo que los procesos de una organización se mejoran y optimizan, corroborando que el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga

cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz incrementó las muestras tomadas en 143% y la eficiencia por evaluación en 21%.

Concluyendo que la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se optimizó mediante el uso de un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

VI. CONCLUSIONES

Para el presente estudio se realizaron las siguientes conclusiones.

En primer lugar, se concluye que el sistema de reconocimiento de imagen incremento la cantidad de muestras tomadas de 100 para el pretest, a 243 para el post-test, logrando un incremento de 143 muestras tomadas. En consecuencia, se afirma que el sistema de reconocimiento de imagen incremento la cantidad de muestras tomadas para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

En segundo lugar, se concluye que el sistema de reconocimiento de imagen mejoró el nivel de eficiencia por evaluación de 2% para el pretest, a 23% para el post-test, logrando una mejora de 21% de nivel de eficiencia por evaluación. En consecuencia, se afirma que el sistema de reconocimiento de imagen mejoró el nivel de eficiencia por evaluación para la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Como tercer lugar, se concluye que el sistema de reconocimiento de imagen mejora la detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, permitiendo así el logro de los objetivos del trabajo de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

Para el presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes recomendaciones.

En futuras investigaciones se recomienda utilizar los indicadores de cantidad de muestras tomadas y nivel de eficiencia por evaluación, puesto que estos puntos esenciales determinan el manejo óptimo de la detección de plaga cogollero en cultivos de maíz.

Se recomienda a la persona encargada revisar el manual de usuario para que de esa manera proporcione un correcto uso al sistema de reconocimiento de imagen.

Se recomienda al usuario seguir con el entrenamiento del sistema de reconocimiento de imagen para que el resultado del proceso de detección de plaga sea más preciso y por consiguiente más eficiente.

Se recomienda implementar tecnologías de información en el sector de agricultura, y posteriormente evaluar el impacto que estas pueden tener en dichas tareas. Esto con el fin de difundir el impacto positivo que pueden tener estas herramientas tecnológicas para la detección de plagas en cultivos.

REFERENCIAS

Acosta Henríquez, Giovanni Francisco y Mendoza Torres, Carlos Mauricio. 2016. [En línea] 2016. <http://www.diyys.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2017/09/25dronesAN17.pdf>.

Aguirre Huelves, David. 2021. Archivo Digital UPM - Universidad Politécnica de Madrid. [En línea] 2021. https://oa.upm.es/67981/1/TFG_DAVID_AGUIRRE_HUELVES.pdf.

Arias, Miguel Ángel. 2017. Aprende Programación Web con PHP y MySQL: 2ª Edición. *Aprende Programación Web con PHP y MySQL: 2ª Edición*. Segunda. s.l. : CreateSpace Independent Publishing Platform; 2nd edición (24 Febrero 2017), 2017.

Assandri, Brandon, y otros. 2017. dspace.ort.edu.uy. [En línea] 2017. <https://dspace.ort.edu.uy/handle/20.500.11968/3400>.

Avalos Collantes, Cristian Francisco y Vera Carhuatocto, Brayler Aldair. 2020. Repositorio de la Universidad César Vallejo. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57600>.

Baviera, Tomás. 2017. riunet.upv.es. [En línea] 2017. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/153230/Baviera%20-%20T%20a9cnicas%20para%20el%20an%20a1lisis%20del%20sentimiento%20en%20Twitter%20Aprendizaje%20Autom%20a1tico%20Supervisad....pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Bedolla Solano, Juan Jose, Pacheco Salazar, Eleazar y Bedolla Solano, Silvestre. 2019. Revistas de UCR. [En línea] 2019. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/39520>.

Benguría Puebla, Sara, y otros. 2010. online.aliat.edu. [En línea] 2010. http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/lecturas_S5/Observacion_trabajo.pdf.

Cadena Moreano, José Augusto, y otros. 2017. Revista Boletín Redipe. [En línea] 2017. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/267>.

Casa Lema, Mercedes Azucena y Tumbaco Sango, Jenny Celia. 2020. Repositorio UTC. [En línea] Febrero de 2020. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6698>.

Caycho Morales, Junior Jesús Claudio y Mendoza Morales, Cristhian Alexis. 2019. REPOSITORIO INSTITUCIONAL - URP. [En línea] 2019. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2728/IND-T030_70785114_T%20%20MENDOZA%20MORALES%20CRISTHIAN%20ALEXIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Cusme Zambrano, Kevin Daniel y Loor Pinargote, Angélica María. 2019. Repositorio ESPAM. [En línea] Diciembre de 2019. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1104>.

El protocolo de investigación III: la población de estudio. Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel y Miranda Novales, María Guadalupe. 2016. núm. 2, Ciudad de Mexico : Revista Alergia México, 2016, Vol. vol. 63. 0002-5151.

- Espinoza Freire, Eudaldo Enrique. 2018. Scielo. [En línea] 2018. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962018000100122.
- Fernández Bedoya, Ana. 2019. Core.ac. [En línea] 2019. <https://core.ac.uk/reader/322617455>.
- Flores Tapia, Carlos Ernesto y Flores Cevallos, Karla Lisette. 2021. Portal.amelica. [En línea] 2021. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/3412237018.pdf>.
- Fontalvo Herrera, Tomás, Morelos Gómez, José y Mendoza Mendoza, Adel. 2018. Redalyc. [En línea] 2018. <https://www.redalyc.org/journal/909/90961097003/html/>.
- FuturCrop. 2018. Futurcrop. [En línea] 2018. <https://futurcrop.com/es/blog/post/control-de-las-principales-plagas-y-enfermedades-del-maiz>.
- García-Cabañas Bueno, José Antonio, Muñoz Saife, Javier Ricardo y Albares Jubín, Jaime. 2018. *Guía de mantenimiento y reparación de drones (RPAS)*. Madrid : Ediciones Paraninfo, S.A., 2018. 978-84-283-3821-9.
- González Rafael, Marianely Yoselin y Lifonso Zavaleta, Marisol. 2020. *Sistema de visión computacional para la identificación de HELIOTHIS VIRESCENS en plantas de arándano en una empresa agroindustrial, Chao 2020*. Trujillo : s.n., 2020.
- González, Ximena. 2019. AgroNegocios. [En línea] 2019. <https://www.agronegocios.co/agricultura/sistema-global-para-detectar-plagas-y-enfermedades-en-los-cultivos-es-clave-2881267>.
- He, Yong, y otros. 2019. www.hindawi.com. [En línea] 2019. <https://www.hindawi.com/journals/misy/2019/4570808/>.
- Hernández Mendoza, Sandra Luz y Duana Avila, Danae. 2020. repository.uaeh. [En línea] Diciembre de 2020. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>.
- Hernández Sampiere, Roberto, Collado Fernández, Carlos y Lucio Baptista, Pilar. 2003. uba.ar. [En línea] 2003. <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. Escuela Superior de Guerra Naval – ESUP. [En línea] 2014. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.
- Hostinger. 2020. Hostinger. [En línea] 2020. <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-mysql>.
- Kan-Rice, Pamela. 2019. <https://ucanr.edu/>. [En línea] 2019. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=29354>.

- Medina Andia, Jhon Paul y Ingaruca Ventocilla, Jhonathan Pool. 2019. repositorio.urp.edu.pe. [En línea] 2019. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1972>.
- Mejía Cañas, Carlos Alberto. Planning. [En línea] http://www.planning.com.co/bd/valor_agregado/Octubre1998.pdf.
- Mendoza Corrales, Reynaldo Bismarck y Espinoza, Ariel. 2017. repositorio.una.edu. [En línea] Agosto de 2017. <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>.
- Meneses, Julio. 2016. Femrecerca.cat. [En línea] 2016. <https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario/>.
- Müggenburg Rodríguez V, María Cristina y Pérez Cabrera, Iñiga. 2010. Redalyc.org. [En línea] 2010. <https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>.
- Olivares Salinas, Mayer Yosvin y Moran Balladares, José Walter. 2018. Repositorio de la Universidad César Vallejo. [En línea] 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33720>.
- Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. 2017. Scielo. [En línea] 2017. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.
- Piscoya Ferreñan, Jesus Enrique. 2019. Repositorio de tesis USAT. [En línea] 2019. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2356>.
- Ramírez Ríos, Alejandro y Polack Peña, Ana María. 2020. Revistas.uncp. [En línea] 2020. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/597>.
- Rendón-Macías, Mario Enrique, Villasís-Keeve, Miguel Ángel y Miranda-Novales, María. 2016. Redalyc.org. [En línea] 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>.
- Rios Archenti, George Arnold. 2017. Repositorio de la UCV. [En línea] 2017. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30647>.
- Sánchez Miranda, Fernando José. 2021. Repositorio UCV. [En línea] 2021. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58650/Sanchez_MFJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sánchez Turcios, Reinaldo Alberto. 2015. Scielo.org. [En línea] 2015. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0188-21982015000100009.
- Shiffman, Daniel, y otros. 2018. Medium – Where good ideas find you. [En línea] Junio de 2018. <https://medium.com/ml5js/ml5-friendly-open-source-machine-learning-library-for-the-web-e802b5da3b2>.
- Sullca, Cecilia, y otros. 2019. revistas.uigv.edu.pe. [En línea] 2019. <http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/perspectiva/article/view/590>.

Tenorio, Fermín, y otros. 2018. ECORFAN. [En línea] Mayo de 2018. https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Ingenieria_Tecnologica/vol2num6/Revista_de_Ingenier%c3%ada_Tecnol%c3%b3gica_V2_N6_2.pdf.

The New Artificial Intelligence Market. Naimat, Aman. 2016. California : O'Reilly Media, Inc., 2016, Vol. I. 9781491962329.

Tic Portal. 2019. ticportal. [En línea] 2019. <https://www.ticportal.es/glosario-tic/base-datos-database>.

Vilalta, Carlos J. 2016. *Análisis de datos*. Mexico DF : CIDE, 2016. 9786079367916.

Westcon-Comstor. 2017. Blog SYNnex. [En línea] 29 de Diciembre de 2017. <http://digital.la.synnex.com/que-es-la-vision-computacional>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Titulo	Pregunta General	Objetivo General	Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Diseño de Estudio
Detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021	¿Cómo la implementación de un sistema de reconocimiento de imagen mejora la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021?	Implementar un sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	Detección de plaga cogollero	La detección de plaga cogollero es un proceso de evaluación llevado a cabo por una persona encargada que tiene conocimientos sobre plagas, ya que estas afectan en el desarrollo de la planta y causan grandes pérdidas en sembríos de maíz. (Rios Archenti, 2017)	La detección de plaga se realiza en el sembrío de maíz de 2500 m2 ubicado en Tambogrande, permitiendo hacer una evaluación cada cierta fecha para observar si es que hay presencia de plaga en la planta de maíz, esta evaluación se realiza con la técnica zig-zag.	Técnica muestral	Cantidad de muestras tomadas	Razón	El diseño de la investigación es experimental, y el tipo de diseño es pre experimental. Esta investigación es de tipo aplicada
						Eficiencia	Nivel de eficiencia por evaluación	Razón	
	Pregunta Específicas	Objetivos Específicos	Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	
	¿Cuál es la cantidad de muestras tomadas por el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021?	Determinar las muestras tomadas por el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	Sistema de reconocimiento de imagen	Proceso que se encarga de extraer automáticamente información contenida en imágenes. (Westcon-Comstor, 2017)	La herramienta permitirá detectar la plaga mediante algoritmos de inteligencia artificial y reconocimiento de imágenes tomadas a la planta de maíz mediante un dron, este recorrerá el cultivo utilizando técnicas de muestreo y el sistema hará comparaciones con su base de datos de imágenes de la plaga.	Satisfacción	Nivel de Satisfacción	Ordinal	
	¿Cuál es el nivel de eficiencia que tiene el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021?	Medir la eficiencia por evaluación que tiene el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.				Usabilidad	Nivel de Usabilidad	Nominal	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE EVALUACIÓN

Fecha:	___/___/___	Hora inicio:	___:___	Hora término	___:___
---------------	-------------	---------------------	---------	---------------------	---------

Sector:		Plaga Evaluada	
Cultivo:	Maíz	Nombre común:	Cogollero
Nombre científico:	Zea maíz	Nombre científico:	Spodoptera frugiperda
Variedad:	Híbrido	Unidad Muestral (1)	Hojas
Área:	2500 m ²	Parámetro de evaluación (2)	INFESTACION POR INSECTOS
Evaluador:	Investigadore s	Unidad de medida (3)	Porcentaje

PUNTO	COORDENADAS		EVALUACION
	X	Y	
1			X
2			
3			
4			
5			
6			
7			X
8			
9			
10			
TOTAL Infestados (para infestación o incidencia)			2
PROMEDIO (Para severidad e infestación)			20%

LEYENDA:

Unidad Muestral: Puede ser planta completa, hojas, tallos, ramas, frutos, flores, raíz o cualquier orgánico de la planta que es afectado por una plaga determinada.

Parámetro de evaluación: Puede ser INFESTACIÓN (para insectos y ácaros), INCIDENCIA Y/O SEVERIDAD (para enfermedades y nemátodos).

Unidad de medida: "%" para el caso de incidencia, severidad y frutos infestados por insectos, o "Número de individuos por unidad muestral" para insectos y ácaros.

Puntos de evaluación: Es un punto en el cual se evalúan agrupados en 10 unidades muestrales, como mínimo se debe evaluar 10 puntos en zigzag.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Indicador: Cantidad de muestras tomadas

Objetivo: Determinar la cantidad de muestras tomadas en la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

N.º	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema	Con sistema
			Cantidad de muestras tomadas	Cantidad de muestras tomadas
1			100	
2			100	
3			100	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Cantidad promedio = $\frac{\sum M}{n}$				

Donde:

M: Muestras tomadas

n: Total de evaluaciones

Observación:

Investigador:

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Indicador: Eficiencia por evaluación de cultivo

Objetivo: Determinar el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo en la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Descripción del proceso a medir

Inicio: Hora de inicio de la evaluación en el cultivo

Fin: Hora de término de la evaluación en el cultivo

N.º	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema			Con sistema		
			Tiempo (hh:mm:ss)			Tiempo (hh:mm:ss)		
			Inicio (hh:mm:ss)	Fin (hh:mm:ss)	Tiempo (min)	Inicio (hh:mm:ss)	Fin (hh:mm:ss)	Tiempo (min)
	001	24/11/2021	9:40	12:00	140	10:00	10:30	30
Resultado $\frac{\sum T}{n}$								

Donde:

T: tiempo de evaluación de muestra de cultivo

n: cantidad de evaluaciones

Para el nivel de eficiencia se aplicó la siguiente fórmula utilizando la cantidad de muestra y el tiempo de duración por evaluación.

$$NE: \frac{M_t}{D_e} / 100$$

Donde:

NE: Nivel de eficiencia

M_t : Muestras tomadas

D_e : Duración de evaluación en minutos

N.º	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema (cantidad de muestras)	Con sistema (cantidad de muestras)	Sin sistema (duración en min)	Con sistema (duración en min)	Nivel de eficiencia sin sistema	Nivel de eficiencia con sistema
1	44439	31/08/2021	100	436	45	17.57	2.22%	24.82%
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
Resultado Promedio								

Observación:

Investigador: _____

CUESTIONARIO N.º 01

CUESTIONARIO PARA CONOCER EL NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO EN LA DETECCIÓN DE PLAGA COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA) MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE IMAGEN EN CULTIVO DE MAÍZ, TAMBOGRANDE-PIURA 2021

EVALUADOR:

Instrucciones:

Estimado usuario, la presente encuesta está orientada a conocer su satisfacción en el uso de la interfaz gráfica de usuario del sistema, le agradezco marcar con un "X", según su criterio.

Donde:

1= Muy malo, 2= Malo, 3= Regular, 4= Bueno, 5= Muy bueno

N.º	ITEM	1	2	3	4	5
P1	¿En su opinión, el sistema de reconocimiento de imagen es de fácil acceso?					
P2	¿La información brindada por el sistema de reconocimiento de imagen es?					
P3	¿El sistema de reconocimiento de imagen permite la detección de la plaga en tiempo real?					
P4	¿La interfaz que se presenta para la detección de la plaga está de acuerdo a los datos de la documentación presentada?					
P5	En general, ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a la interacción con el sistema de reconocimiento de imagen?					
PUNTAJE TOTAL						

PONDERADO				
P1: 0.15	P2: 0.2	P3: 0.15	P4: 0.15	P5: 0.35

Donde Puntaje Total = $\sum_{i=1}^5 ValorP(i) * Ponderado\ por\ Pregunta(i)$

LISTA DE CHEQUEO N.º 01

LISTA DE CHEQUEO PARA CONOCER EL NIVEL DE USABILIDAD DEL USUARIO EN LA DETECCIÓN DE PLAGA COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA) MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE IMAGEN EN CULTIVO DE MAÍZ, TAMBOGRANDE-PIURA 2021

EVALUADOR:

Instrucciones:

Estimado usuario, la presente lista de chequeo está orientada a conocer su usabilidad en el uso de la interfaz gráfica de usuario del sistema, le agradezco marca con "X", según su criterio.

N.º	Indicador	Ítems	SI	NO
1	Nivel de Usabilidad	Según la experiencia del usuario la presentación de los datos en forma masiva facilita su entendimiento y localización de los mismos.		
2		Luego de explorar el sistema de reconocimiento de imagen ¿Es sencillo recordar con normalidad la funcionalidad del sistema?		
3		Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está.		
4		Se ha evitado la sobrecarga de información.		
5		Permite al usuario manejarlo y controlarlo con facilidad.		
6		Se emplea lenguaje claro y preciso.		
7		Se ha evitado el uso de textos demasiado largo.		
8		Existe un uso correcto del espacio visual del sistema de reconocimiento de imagen.		

VALORES	RANGO
SI	1
NO	0

ITEMS	PONDERADO
Según la experiencia del usuario la presentación de los datos en forma masiva facilita su entendimiento y localización de los mismos.	0.15
Luego de explorar el sistema de reconocimiento de imagen ¿Es sencillo recordar con normalidad la funcionalidad del sistema?	0.05

Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está.	0.2
Se ha evitado la sobrecarga de información.	0.15
Permite al usuario manejarlo y controlarlo con facilidad.	0.12
Se emplea lenguaje claro y preciso.	0.14
Se ha evitado el uso de textos demasiado largo.	0.10
Existe un uso correcto del espacio visual del sistema de reconocimiento de imagen.	0.09

Donde Puntaje Total = $\sum_{i=1}^8$ Puntaje por Item(i) * Ponderado por Item(i)

Anexo 4. Validación de instrumentos de investigación



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Javier Eduardo Jaramillo Atoche con DNI N.º 40917312, con grado de Maestro en Dirección y Gestión de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones desempeñándome actualmente como docente parcial en la Escuela de Ingeniería de Sistemas.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Guía de observación, cuestionario y lista de chequeo del proyecto de tesis **“Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021”**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de observación N.º 01: Determinar la cantidad de muestras tomadas en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad				X
2. Objetividad			X	
3. Actualidad			X	
4. Organización				X
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Guía de observación N.º 02: Determinar el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad				X
2. Objetividad			X	
3. Actualidad			X	
4. Organización				X
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Cuestionario N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de satisfacción.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Lista de chequeo N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de usabilidad.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad				X

2. Objetividad			X	
3. Actualidad			X	
4. Organización				X
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 9 días del mes de Octubre del 2021.

Mgtr : Javier Eduardo Jaramillo Atoche

DNI : 40917312

Especialidad : Ingeniería de Sistemas

E-mail : javierjaramillo03ster@gmail.com



FIRMA Y SELLO



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Teófilo Roberto Correa Calle con DNI N.º 02820231 con grado académico de Maestro en Dirección y Gestión de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, profesión Ingeniero en Informática desempeñándome actualmente como Docente en la Universidad César Vallejo.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Guía de observación, cuestionario y lista de chequeo del proyecto de tesis **“Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021”**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de observación N.º 01: Determinar la cantidad de muestras tomadas en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad				X
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	

9. Metodología			X	
----------------	--	--	---	--

Guía de observación N.º 02: Determinar el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad				X
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Cuestionario N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de satisfacción.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad				X
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Lista de chequeo N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera</i>	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	-----------	-------	-----------

frugiperda) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de usabilidad.				
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad				X
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de Octubre del 2021.

Mgtr : Teófilo Roberto Correa Calle

DNI : 02820231

Especialidad : Ingeniero en Informática

E-mail : terococa@gmail.com



TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE

FIRMA Y SELLO



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Renzo Rodolfo Allende Tauma con DNI N.º 43724112 con grado académico de Magister en gestión de Tecnologías de Información, profesión Ingeniero de Sistemas desempeñándome actualmente como Docente en la Universidad César Vallejo.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Guía de observación, cuestionario y lista de chequeo del proyecto de tesis **“Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021”**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de observación N.º 01: Determinar la cantidad de muestras tomadas en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	

9. Metodología			X	
----------------	--	--	---	--

Guía de observación N.º 02: Determinar el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo en la detección de la plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Cuestionario N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de satisfacción.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

Lista de chequeo N.º 01: Determinar si el sistema de reconocimiento de imagen para la detección de plaga cogollero (<i>Spodoptera</i>	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	-----------	-------	-----------

frugiperda) en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021, cumple con las características de usabilidad.				
1. Claridad			X	
2. Objetividad			X	
3. Actualidad				X
4. Organización			X	
5. Suficiencia			X	
6. Intencionalidad			X	
7. Consistencia			X	
8. Coherencia			X	
9. Metodología			X	

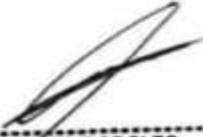
En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 16 días del mes de Octubre del 2021.

Mgtr : Renzo Rodolfo Allende Tauma

DNI : 43724112

Especialidad : Tecnologías de la Información

E-mail : rallendet@gmail.com



RENZO RODOLFO
 ALLENDE TALUMA
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Reg. CIP N° 228248

FIRMA Y SELLO

Anexo 5. Recolección de datos de la investigación

FICHA DE EVALUACIÓN

Fecha: 30/09/21	Hora inicio: 15:30	Hora término: 16:45
-----------------	--------------------	---------------------

Sector: San Isidro II 76-10-4 13-A	Plaga Evaluada	
Cultivo: Maíz	Nombre común: Esguile	
Nombre científico: Zea mays	Nombre científico: Spodoptera frugiperda	
Variedad: Híbrida Amarillo Duro	Unidad Muestral (1): Tallos, cuello de tallos, brotes	
Área: 2500 m ²	Parámetro de evaluación (2): Infestación	
Evaluador: Sr. Carlos Ramirez	Unidad de medida (3): Porcentaje	
CIP Nro. Z20881	Nro. de plantas: 15500	

PUNTO	Latitud	Longitud	EVALUACION
1	-4.813409	-80.26924	0
	-4.813365	-80.26924	1
2	-4.813305	-80.269263	0
	-4.813305	-80.269271	1
3	-4.813305	-80.269296	0
4	-4.813216	-80.269321	0
	-4.813217	-80.269325	1
5	-4.813217	-80.269344	0
	-4.813186	-80.269349	1
	-4.813166	-80.269354	1

6	- 4.81314	- 80.269366	0
7	- 4.813141 - 4.813115	- 80.269391 - 80.269398	0 1
8	- 4.813036	- 80.269406	0
9	- 4.813033 - 4.813001	- 80.269436 - 80.269443	0 1
10	- 4.812888	- 80.26947	0
TOTAL Infestados (para infestación o incidencia)			7
PROMEDIO (Para severidad e infestación)			7%

LEYENDA:

Unidad Muestral: Puede ser planta completa, hojas, tallos, ramas, frutos, flores, raíz o cualquier orgánico de la planta que es afectado por una plaga determinada.

Parámetro de evaluación: Puede ser INFESTACIÓN (para insectos y ácaros), INCIDENCIA Y/O SEVERIDAD (para enfermedades y nemátodos).

Unidad de medida: "%" para el caso de incidencia, severidad y frutos infestados por insectos, o "Número de Individuos por unidad muestral" para insectos y ácaros.

Puntos de evaluación: Es un punto en el cual se evalúan agrupados en 10 unidades muestrales, como mínimo se debe evaluar 10 puntos en zigzag.

Observaciones:

Se mantiene la línea del grado de infestación
(y) se observa el incremento de organismos
biológicos, que actúan frente al insecto plaga


CARLOS VICENTE RAMIREZ ZAPAL
INGENIERO AGRONOMO
Reg. CIP N° 220881

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Indicador: Cantidad de muestras tomadas

Objetivo: Determinar la cantidad de muestras tomadas en la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

N.º	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema	Con sistema
			Cantidad de muestras tomadas	Cantidad de muestras tomadas
1	44439	31/08/2021	100	436
2	44443	04/09/2021	100	170
3	44445	06/09/2021	100	171
4	44450	11/09/2021	100	282
5	44454	15/09/2021	100	116
6	44458	19/09/2021	100	309
7	44461	22/09/2021	100	328
8	44465	26/09/2021	100	197
9	44469	30/09/2021	100	175
Cantidad promedio = $\frac{\sum M}{n}$			100	242.67

Donde:

M: Muestras tomadas

n: Total de evaluaciones

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Indicador: Eficiencia por evaluación de cultivo

Objetivo: Determinar el nivel de eficiencia por evaluación de cultivo en la detección de la plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante el sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021.

Descripción del proceso a medir

Inicio: Hora de inicio de la evaluación en el cultivo

Fin: Hora de término de la evaluación en el cultivo

N°	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema			Con sistema			
			Tiempo (hh:mm:ss)			Tiempo (hh:mm:ss)			
			Inicio (hh:mm:ss)	Fin (hh:mm:ss)	Tiempo (hh:mm:ss)	Inicio (hh:mm:ss)	Fin (hh:mm:ss)	Tiempo (hh:mm:ss)	
1	44439	31/08/2021	11:10:00	11:55:00	00:45:00	12:12:47	12:30:21	00:17:34	
2	44443	04/09/2021	15:20:00	16:10:00	00:50:00	16:22:12	16:32:10	00:09:58	
3	44445	06/09/2021	10:30:00	11:20:00	00:50:00	11:25:06	11:37:10	00:12:04	
4	44450	11/09/2021	16:05:00	17:15:00	01:10:00	17:18:09	17:27:16	00:09:07	
5	44454	15/09/2021	16:05:00	17:55:00	01:50:00	17:59:42	18:14:33	00:14:51	
6	44458	19/09/2021	15:45:00	16:50:00	01:05:00	16:53:10	17:04:07	00:10:57	
7	44461	22/09/2021	11:10:00	11:55:00	00:45:00	12:00:02	12:07:15	00:07:13	
8	44465	26/09/2021	16:10:10	17:15:00	01:05:00	17:19:18	17:31:52	00:12:34	
9	44469	30/09/2021	15:30:00	16:45:00	01:15:00	16:48:54	16:56:09	00:07:15	
Resultado promedio = $\frac{\sum T}{n}$						01:03:53			

Donde:

T: tiempo de evaluación de muestra de cultivo

n: cantidad de evaluaciones

Para el nivel de eficiencia se aplicó la siguiente fórmula utilizando la cantidad de muestra y el tiempo de duración por evaluación.

$$NE: \frac{M_t}{D_e} / 100$$

Donde:

NE: Nivel de eficiencia

M_t : Muestras tomadas

D_e : Duración de evaluación en minutos

N°	Código de expediente	Fecha de evaluación	Sin sistema (cantidad de muestras)	Con sistema (cantidad de muestras)	Sin sistema (duración en min)	Con sistema (duración en min)	Nivel de eficiencia sin sistema	Nivel de eficiencia con sistema
1	44439	31/08/2021	100	436	45	17.57	2.22%	24.82%
2	44443	04/09/2021	100	170	50	9.97	2.00%	17.06%
3	44445	06/09/2021	100	171	50	12.07	2.00%	14.17%
4	44450	11/09/2021	100	282	70	9.12	1.43%	30.93%
5	44454	15/09/2021	100	116	110	14.85	0.91%	7.81%
6	44458	19/09/2021	100	309	65	10.95	1.54%	28.22%
7	44461	22/09/2021	100	328	45	7.22	2.22%	45.45%
8	44465	26/09/2021	100	197	65	12.57	1.54%	15.68%
9	44469	30/09/2021	100	175	75	7.25	1.33%	24.14%
Resultado Promedio = $\frac{\sum NE}{n}$							1.69%	23.14%

CUESTIONARIO N.º 01

CUESTIONARIO PARA CONOCER EL NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO EN LA DETECCIÓN DE PLAGA COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA) MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE IMAGEN EN CULTIVO DE MAÍZ, TAMBOGRANDE-PIURA 2021

EVALUADOR:

CARLOS VICENTE RAMIREZ ZAPATA

Instrucciones:

Estimado usuario, la presente encuesta está orientada a conocer su satisfacción en el uso de la interfaz gráfica de usuario del sistema, le agradezco marcar con un "X", según su criterio.

Donde:

1= Muy malo, 2= Malo, 3= Regular, 4= Bueno, 5= Muy bueno

N.º	ITEM	1	2	3	4	5
P1	¿En su opinión, el sistema de reconocimiento de imagen es de fácil acceso?					X
P2	¿La información brindada por el sistema de reconocimiento de imagen es?				X	
P3	¿El sistema de reconocimiento de imagen permite la detección de la plaga en tiempo real?					X
P4	¿La interfaz que se presenta para la detección de la plaga está de acuerdo a los datos de la documentación presentada?					X
P5	En general, ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a la interacción con el sistema de reconocimiento de imagen?				X	
PUNTAJE TOTAL						

PONDERADO				
P1: 0.15	P2: 0.2	P3: 0.15	P4: 0.15	P5: 0.35

Donde $Puntaje\ Total = \sum_{i=1}^5 ValorP(i) * Ponderado\ por\ Pregunta(i)$

Puntaje Total = 4.45

Lo que indica que el puntaje se encuentra entre el rango de Bueno y Muy Bueno.


 CARLOS VICENTE RAMIREZ ZAPATA
 INGENIERO AGRÓNOMO
 Reg. CP N° 22881

LISTA DE CHEQUEO N.º 01

LISTA DE CHEQUEO PARA CONOCER EL NIVEL DE USABILIDAD DEL USUARIO EN LA DETECCIÓN DE PLAGA COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA) MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE IMAGEN EN CULTIVO DE MAÍZ, TAMBOGRANDE-PIURA 2021

EVALUADOR:

CARLOS VICENTE RAMIREZ ZAPATA

Instrucciones:

Estimado usuario, la presente lista de chequeo está orientada a conocer su usabilidad en el uso de la interfaz gráfica de usuario del sistema, le agradezco marca con "X", según su criterio.

N.º	Indicador	Ítems	SI	NO
1	Nivel de Usabilidad	Según la experiencia del usuario la presentación de los datos en forma masiva facilita su entendimiento y localización de los mismos.	X	
2		Luego de explorar el sistema de reconocimiento de imagen ¿Es sencillo recordar con normalidad la funcionalidad del sistema?	X	
3		Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está.	X	
4		Se ha evitado la sobrecarga de información.	X	
5		Permite al usuario manejarlo y controlarlo con facilidad.	X	
6		Se emplea lenguaje claro y preciso.	X	
7		Se ha evitado el uso de textos demasiado largo.	X	
8		Existe un uso correcto del espacio visual del sistema de reconocimiento de imagen.	X	

VALORES	RANGO
SI	1
NO	0

ITEMS	PONDERADO
Según la experiencia del usuario la presentación de los datos en forma masiva facilita su entendimiento y localización de los mismos.	0.15
Luego de explorar el sistema de reconocimiento de imagen ¿Es sencillo recordar con normalidad la funcionalidad del sistema?	0.05

Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está.	0.2
Se ha evitado la sobrecarga de información.	0.15
Permite al usuario manejarlo y controlarlo con facilidad.	0.12
Se emplea lenguaje claro y preciso.	0.14
Se ha evitado el uso de textos demasiado largo.	0.10
Existe un uso correcto del espacio visual del sistema de reconocimiento de imagen.	0.09

Donde **Puntaje Total** = $\sum_{i=1}^9 \text{Puntaje por Item}(i) * \text{Ponderado por Item}(i) * 100\%$

Puntaje total = 100%

Lo que indica que el resultado con respecto al nivel de satisfacción es bueno



CARLOS VICENTE RAMIREZ ZAPAL
 INGENIERO AGRONOMO
 R.R. CIP N° 220881

Anexo 6. Tabla para contraste de Shapiro Wilk

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990

Anexo 7. Tabla distribución de T-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500

Anexo 8. Solicitud de autorización para realizar trabajo de investigación

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”



Solicitud de autorización para realizar Trabajo de Investigación

Piura, 20 de abril de 2021

Sr. Daniel Alberto Gonzales Crisanto

Asunto: Solicitud de autorización para realizar trabajo de investigación

Por medio de este documento, nosotros Baquedano Córdova Luis Fernando y Palacios Periche Medardo, estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo con código de alumno 7000955822 y 2000070847, solicitamos a usted Daniel Alberto Gonzales Crisanto la autorización para la realización de nuestra tesis titulada "Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021" la cual tiene como fecha de inicio el 12 de abril del 2021 y como fecha final el 10 de diciembre del 2021.

Por tanto, ruego a usted acceda a mi solicitud.



Firma del estudiante

Baquedano Córdova Luis Fernando

DNI: 75998629



Firma del estudiante

Palacios Periche Medardo

DNI: 72973356

Anexo 9. Carta de consentimiento para realizar Trabajo de Investigación

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Piura, 8 de mayo del 2021

Por medio de la presente yo: **Daniel Alberto Gonzales Crisanto** identificado con DNI N° **02759886**, domiciliado en **Av. Los Laureles S/N Centro poblado Cruceta Tambogrande-Piura**, otorgo el consentimiento a los estudiantes:

Palacios Periche Medardo y Baquedano Córdova Luis Fernando

de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo-Piura para realizar el proyecto de investigación, asimismo, se recalca que el único fin de la utilización de mis datos, es para la realización del proyecto de investigación denominado: **"Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021"** a partir de la fecha de la presente carta hasta la culminación del presente proyecto.

Sin más que decir, firmo el presente consentimiento.



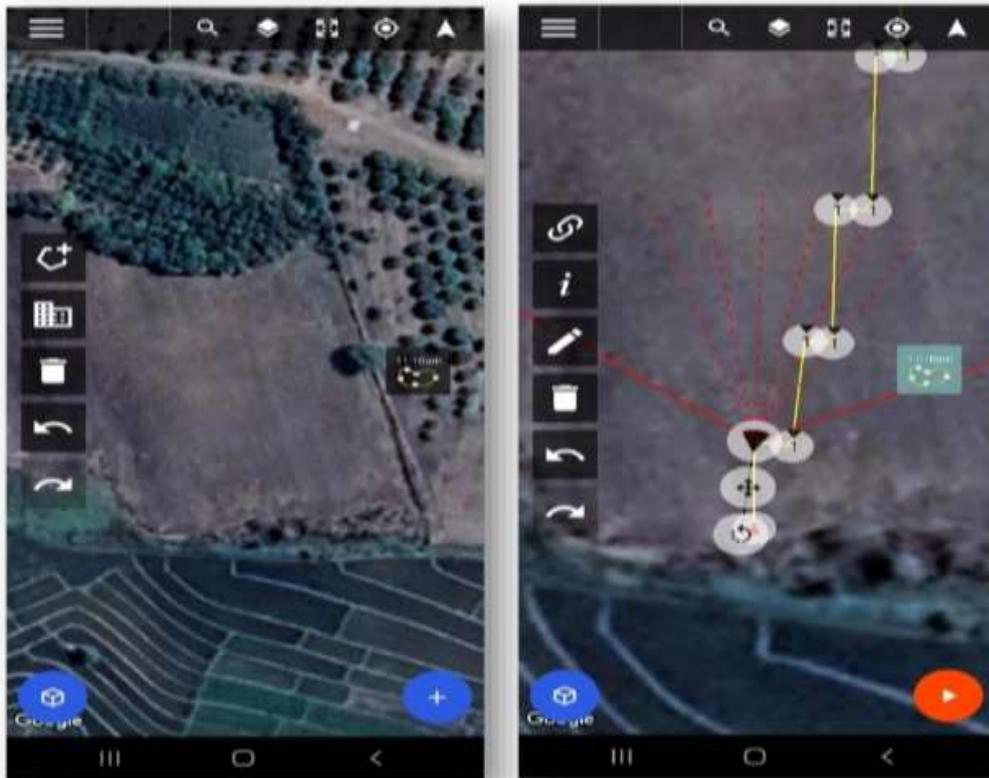
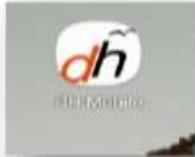
02759886

Anexo 10. Manual de uso del Sistema

Planificación del vuelo

Para crear la ruta de vuelo y configurar la altura del dron utilizamos la app **DH Drone Harmony**.

1. Abrimos la aplicación en nuestro dispositivo móvil.



2. En la pantalla inicial, nos ubicamos en el mapa del terreno con el GPS, luego agregamos los puntos por donde el dron hará su recorrido. Se tiene en cuenta la técnica de zigzag.

3. Establecemos la altitud de vuelo.



4. Verificamos la ruta de vuelo y guardamos.



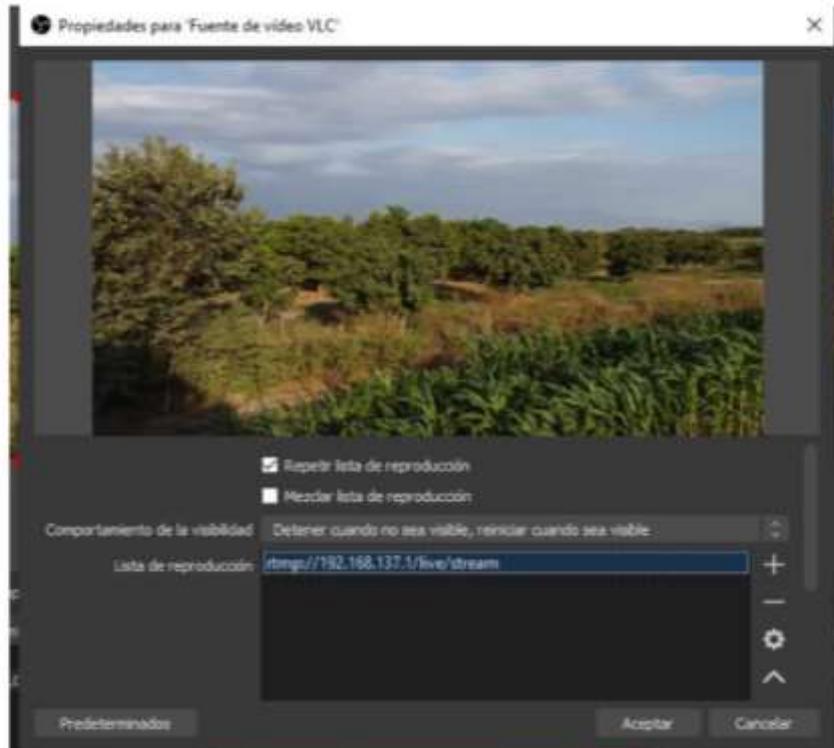
5. Posteriormente configuramos la transmisión por RTMP, esto nos permitirá recibir la señal de video del dron en el sistema de detección de plaga.



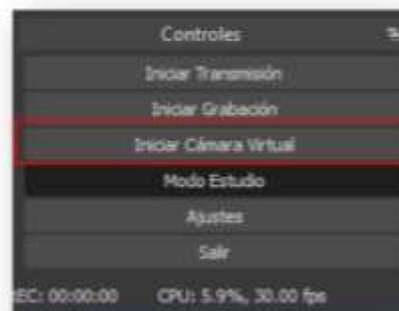
La dirección se compone de: `rtmp://IP_DE_LA_PC/live/stream`

- Ahora hay que enviar el vídeo del dron hacia el sistema de detección de plaga, para ello utilizamos el software OBS Studio el cual creará una cámara virtual y la imagen pasará hacia el sistema en tiempo real.

Agregamos una nueva fuente de vídeo VLC y escribimos la ruta **rtmp** del servidor



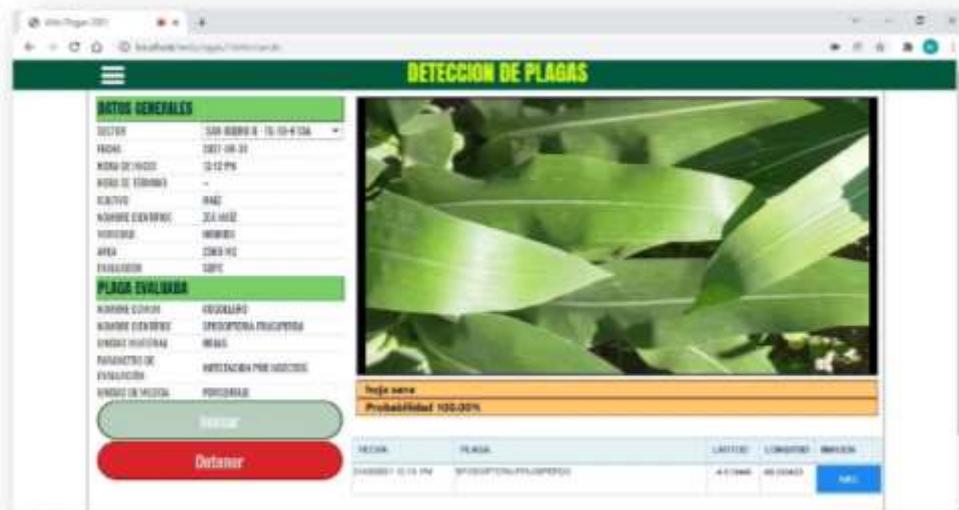

- Luego presionamos el botón de iniciar cámara virtual



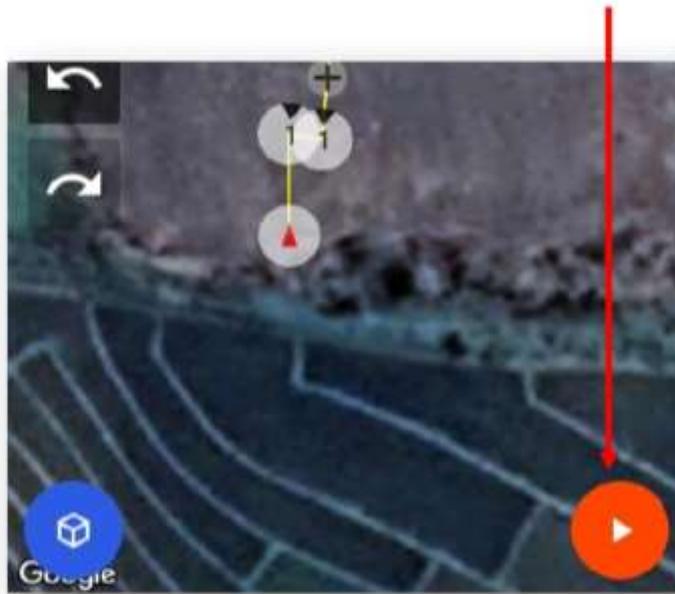
10. Iniciamos el sistema de detección en una ventana del navegador

<http://localhost/webplagas>

Ingresamos los datos generales y presionamos el botón iniciar



11. A la vez iniciamos el recorrido en el dron presionando el botón.



12. Visualización de resultados

