

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MECÁNICA
ELÉCTRICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

TÍTULO DE LA TESIS

**SISTEMA EXPERTO BASADO EN RECONOCIMIENTO
DE IMÁGENES Y REGLAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE
PLAGAS CAFETERAS.**

Autor(a): Bach. Heling Kristtel Masgo Ventura

Bach. Cesar Manuel Vergaray Jauregui

Asesor: Ing. Segundo Ramón Salazar Serván

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): MASEO VENTURA HELENE KRISTIEL
DNI N°: 75422323
Correo electrónico: 35422323@untram.edu.pe
Facultad: INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MECÁNICA ELÉCTRICA
Escuela Profesional: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Vargaraus Lauregui Casar Manuel
DNI N°: 77062119
Correo electrónico: Casa.Vargaraus.Lauregui@gmail.com
Facultad: Ingeniería de Sistemas y Mecánica Eléctrica
Escuela Profesional: Ingeniería de Sistemas

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

SISTEMA EXPERTO BASADO EN RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES Y RECIBOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE PLACAS CAFFEICAS

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Salazar Seiván Segundo Ramia
DNI, Pasaporte, C.E N°: 09606295
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <http://orcid.org/0009-0002-5228-0748>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
ciencias de la computación

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 20 de Febrero del 2024

Helene Kristiel
Firma del autor 1
[Firma]
Firma del Asesor 1

[Firma]
Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Este logro fue dedicado a mis padres Flor de María Ventura Sabino y Romel Masgo Acosta, y a mis hermanos Thalía, Micaela, Daniel, Mariángeles e Ilusión, que son mi motor para ser cada día mejor y por su apoyo incondicional.

Heling Kristtel Masgo Ventura

Este logro fue dedicado a mi madre Verónica Emperatriz Jauregui Aguilar y a mis Abuelos Ameida de Jauregui y Cesar Jauregui por el apoyo incondicional e ilimitado que siempre me brindan y me impulsa por ser cada día mejor.

Cesar Manuel Vergaray Jauregui

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, porque nos permitió ejecutar este proyecto en sus instalaciones y con la ayuda de sus profesionales.

Heling Kristtel Masgo Ventura y Cesar Manuel Vergaray Jauregui

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Dr. Ítalo Maldonado Ramírez

Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Mecánica Eléctrica

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada SISTEMA EXPERTO BASADO EN RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES Y REGLAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE PLAGAS CAFETERAS; del egresado HELING KRISTIEL MASEO VENTURA de la Facultad de INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MECÁNICA ELÉCTRICA Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de FEBRERO de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Segundo Ramon Salazar Sencin



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada SISTEMA EXPERTO BASADO EN RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES Y REGLAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE PLAGAS CAFETERAS ; del egresado CESAR MANUEL VERGARAY JAUREGUI de la Facultad de INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MECÁNICA ELÉCTRICA Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de FEBRERO de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Segundo Ramón Salazar Senán.

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Dr. Roberto Carlos Santa Cruz Acosta

Presidente



Dr. Roberto Pérez Astonitas

Secretario



Dr. Carlos Alberto Ríos Campos

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Sistema experto basado en reconocimiento de
imágenes y reglas para el diagnóstico de plagas Cafeteras,
presentada por el estudiante ()egresado (x) Holinc Kristel Masgo Ventura
de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas
con correo electrónico institucional 7842232132@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 12 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 30 de octubre del 2023


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Sistema experto basado en reconocimiento de
juiciosos y reglas para el diagnóstico de plagos capetras
presentada por el estudiante ()egresado () Cosca, Manuel Vergara Jarama
de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas
con correo electrónico institucional 7542232132@untrm.cdu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 12 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 30 de octubre del 2023

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 07 de febrero del año 2024 siendo las 12:24 horas, el aspirante: Heliny Kristel Masgo Vautorra, asesorado por Jng. Segundo Ramón Salazar Serván defiende en sesión pública presencial () a distancia () la Tesis titulada: Sistema Experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para diagnóstico de plagas cafeteras, para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Roberto Carlos Santa Cruz Acosta

Secretario: Dr. Roberto Pérez Astoritas

Vocal: Dr. Carlos Alberto Ríos Campos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones; haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:50 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

12:45



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 07 de febrero del año 2024 siendo las 12:55 horas, el aspirante: Cesar Manuel Vergara Jarrugui, asesorado por Ing. Segundo Ramón Salazar Serván defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: Sistema experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para diagnóstico de plagas cafeteras para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas a ser otorgado por la Universidad

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Roberto Carlos Santa Cruz Acosta

Secretario: Dr. Roberto Pérez Astoritas

Vocal: Dr. Carlos Alberto Rios Ramos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 13:20 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	x
ÍNDICE GENERAL	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MATERIAL Y MÉTODOS	14
II.1 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	14
II.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	15
II.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	16
II.4 MÉTODO	16
II.5. PROCESO METODOLÓGICO.....	24
II.5.1. ANÁLISIS PRELIMINAR.....	24
II.5.2 DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	25
II.5.3 DESARROLLO DEL SISTEMA	34
II.5.4 EVALUACIÓN FINAL.....	37
II.5.5 MANTENIMIENTO.....	38
III. RESULTADOS.....	38
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las hojas de café para realizar el diagnóstico con el SE y los expertos	38
Tabla 2. Resultados del diagnóstico del SE vs los expertos.....	39
Tabla 3. Validación del sistema experto	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enfoque de la investigación.....	15
Figura 2. Planta de café variedad Catimor de 3 años.	17
Figura 3. La roya del café (Hemileia vastatrix).	18
Figura 4. Ojo de gallo (Mycena citricolor).	19
Figura 5 . La Antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides).	20
Figura 6. Esquema de una Red Neuronal.....	22
Figura 7. Arquitectura de Softwares usados para la construcción del Sistema Experto CafeDiag.	26
Figura 8. Código del modelo de IA para el reconocimiento de imágenes.	27
Figura 9. Código del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Roya del café.	31
Figura 10. Reconocimiento de la Roya del café.....	31
Figura 11. Código del conjunto de reglas para el reconocimiento del Ojo de gallo del café.	32
Figura 12. Reconocimiento del Ojo de gallo del café.	33
Figura 13. Código del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Antracnosis del café....	33
Figura 14. Reconocimiento de la Antracnosis del café.....	34
Figura 15. Código de desarrollo del sistema.	34
Figura 16. Formato de la lista de cotejo para realizar el diagnóstico del SE y los expertos.	38
Figura 17. Resultados de la validación del Sistema Experto	42
Figura 18. Validación del Sistema Experto por cada enfermedad	43
Figura 19. Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para la Antracnosis del café.	44
Figura 20. Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para el Ojo de gallo del café.	44
Figura 21. Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para la Roya del café.....	45
Figura 22. Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para las hojas sanas del café.....	45

RESUMEN

El café es uno de los productos más comercializables a nivel mundial y en el Perú es el primer producto agrícola de exportación, la región Amazonas se ubica como una de las primeras regiones en producción de café. Por tanto, es un cultivo de gran importancia. Pero como en toda producción agrícola existen enfermedades y plagas que perjudican el producto y muchas veces son tardías su diagnóstico y detección. El desconocimiento de estas enfermedades o plagas trae como consecuencia pérdidas de los cultivos en su totalidad o una desmejora de la calidad del producto final. Debido a toda esta problemática se realizó la presente investigación, desarrollando e implementando un Sistema Experto (SE) con reconocimiento de imágenes, basado en Inteligencia Artificial (IA), con el objetivo de brindar eficiencia al reconocer al patógeno encontrado en los cultivos de café. Para el desarrollo del sistema se usó la metodología propuesta por Joseabel Cegarra y Johan Ortigoza usada para trabajar con sistemas expertos. Se detectaron tres enfermedades en las plantaciones de café, Antracnosis, Ojo de gallo y la Roya, donde como resultados finales se obtuvo un nivel de eficiencia del 92% del Sistema Experto en detección de las enfermedades de la Roya con un 91%, Ojo de gallo con un 94% y la Antracnosis con un 92%.

Palabras clave: Sistema experto, café, reconocimiento de imágenes, inteligencia artificial.

ABSTRACT

Coffee is one of the most marketable products worldwide and in Peru it is the first agricultural export product, the Amazon region is one of the first regions in coffee production. Therefore, it is a crop of great importance. However, as every agricultural production, there are diseases and plagues that harm the product and, most of the times, its diagnosis and detection are late. Plagues or diseases unawareness bring results such as loss of the whole crops or damage in the final product quality. Based on what is explained, this research is done in order to develop an expert system (ES) with image recognition based on Artificial Intelligence (AI). This research is aimed to give efficiency at recognizing the pathogen found in coffee crops. To the system development, a methodology proposed by Joseabel Cegarra and Johan Ortigoza was used in order to work with expert systems. Three diseases in coffee crops were detected: anthracnose, Ojo de gallo, and rust. As final results, the ES level of efficiency of 92% was obtained in rust diseases detection with 91%, Ojo de gallo with 94%, and anthracnose with 92%.

Keywords: Coffee, expert system, image recognition, artificial intelligence.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el Perú es un importante referente a nivel mundial de café, ya que se encuentra posicionándose en un segundo puesto como productor de café inorgánico en el mundo y también como exportador, existiendo 16 regiones que producen este importante cultivo. Dentro de estas regiones productoras podemos encontrar a Amazonas, San Martín, Junín, Cajamarca y Cuzco (Minagri, 2018).

En el Perú hay alrededor de 425000 hectáreas de cultivos de café, y una reducción en su producción, debido a las enfermedades y plagas como la broca y la roya, en la mayoría en las regiones de Amazonas, Cajamarca, San Martín, Junín y Cusco (Román y Neri, 2016).

La mayoría de los agricultores no cuentan con una adecuada asistencia técnica o con el apoyo de un técnico o profesional del agro que oriente para detectar las variedades plagas y enfermedades que atacan a las plantaciones de café. El desconocimiento de estas plagas trae como consecuencia pérdidas de los cultivos en su totalidad o una desmejora de la calidad del producto final, ya que las enfermedades y plagas afectan a los frutos en sus diversas etapas de desarrollo y provoca el deterioro y la caída de los granos, esto se deriva en una pérdida del peso del producto e influye en su calidad. Todo esto trae como consecuencias pérdidas económicas en este sector.

Ya que el sector agrícola afronta un significativo progreso tecnológico, los agricultores necesitan de una herramienta estratégica que les permita tomar la mejor decisión para sus cultivos. La Inteligencia Artificial sus ramificaciones como son los sistemas expertos y redes neuronales, ofrecen tomar decisiones con mayor rapidez y precisión de lo que un humano lo hace, lo que los convierte en un poderoso instrumento, capaz de procesar enormes volúmenes de información, con mínimo riesgo de cometer errores.

Considerando las ventajas de tener un sistema para la detección de enfermedades y plagas que afecta a los cultivos de café, se desarrolló esta investigación con el objetivo de medir el nivel de eficiencia para diagnosticar las enfermedades y plagas del café a través de procesamiento de imágenes.

En esta investigación se seleccionó la muestra de 5515 hojas de café y se procedió junto a los expertos a recopilar los datos de las principales características que nos permitió identificar la presencia de enfermedades y plagas, luego con estos resultados se modeló la base de conocimientos empleando la metodología propuesta por Bratianu (2015). El sistema experto

presenta un modelo de reconocimiento de imágenes basado en inteligencia artificial el cual se logró construirlo en base a redes neuronales convolucionales.

Como conclusiones de la investigación se determinó que el nivel de eficiencia del sistema experto fue de un 92% diagnosticando tres tipos de enfermedades del café, Antracnosis, Ojo de gallo y Roya, encontrados en nuestro centro de estudio en Huambo, Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

Para la Antracnosis el sistema experto hizo un diagnóstico eficiente del 92%, para el Ojo de gallo un 94% y para la Roya del café un 91%.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.

Población: Fue formada por una hectárea de plantas de café (3025 plantas), ubicado en el Centro experimental del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) en el distrito de Huambo en la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas.

Muestra y muestreo: Para la muestra se aplicó la siguiente fórmula debido a que la población es finita (Fernández, 2010):

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q} = 93 \text{ plantas de café}$$

tenemos:

N = 3025 plantas de café

$Z_{0.05} = 1,96$ nivel de confianza del 95 %

q = 0,5 probabilidad de fracaso

p = 0,5 probabilidad de éxito

E = 0,10 nivel de precisión para estimar la muestra

La muestra fue conformada por 93 plantas de café.

Considerando que cada planta está compuesta de 10 a 13 ramas y cada rama tiene entre 8 a 10 hojas, se calculó un promedio de 130 hojas por cada planta de café. Luego con esta nueva población de 130 hojas calculamos una nueva muestra, donde obtuvimos 55 hojas de café a evaluar por cada planta.

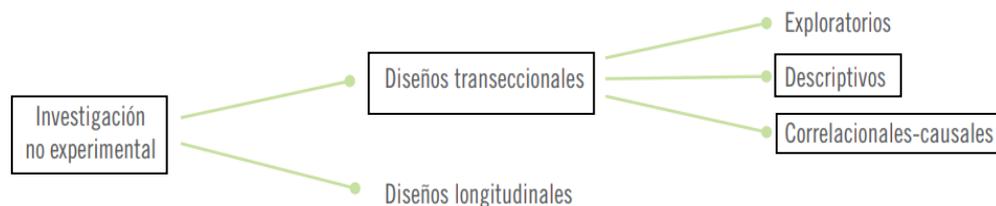
Por lo tanto, como se obtuvo un total de 93 plantas según nuestra muestra a eso le multiplicamos las 55 hojas por cada planta nos dio un total de 5115 hojas de café para nuestro estudio.

II.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El enfoque de la investigación fue **Cuantitativa** y el diseño fue **Investigación no Experimental** con diseños transeccionales cuyo alcance fue un estudio descriptivo y correlacional causal.

Figura 1

Enfoque de la investigación.



Nota. Extraído del gráfico de Metodología de la investigación. Fuente (Hernández et al., 2010)

Estudio Descriptivo: Durante la investigación se hizo un estudio detallado de las características que presentaba cada enfermedad (Antracnosis, Ojo de gallo y roya), se tomó en cuenta el color, tamaño y forma de las pústulas, también se estudiaron las características de las hojas sanas del café, los datos que se obtuvieron sirvieron como entrada para el desarrollo del sistema experto.

Estudio Correlacional - Causal: Se estudió la relación entre las dos variables de investigación la **variable independiente** que es el “Sistema experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para el diagnóstico de plagas cafeteras” y la **variable dependiente** que es el “Nivel de eficiencia del Sistema Experto”. Se procedió a manipular intencionalmente la variable independiente para analizar las consecuencias y efectos que

causa en la variable dependiente. La variable dependiente no se manipuló en ningún momento durante la investigación, se procedió a medir para ver el efecto provocado por la manipulación de la variable independiente.

$$G: X \longrightarrow O$$

Donde:

G: Grupo experimental.

X: Estímulo.

O: Medición.

II.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas que fueron usadas para la presente investigación fueron la entrevista y la observación.

La entrevista se usó para obtener información de las características de las plagas del café, para crear las reglas del sistema experto. La información se consolidó en un cuestionario (ANEXO 1).

La observación nos permitió junto a los expertos diagnosticar el grado de eficiencia del sistema experto, se usó en la última fase de nuestra investigación como método para el validar el funcionamiento del Sistema Experto (ANEXO 2).

Los instrumentos utilizados fueron el cuestionario y la lista de cotejo.

II.4 MÉTODO

Para la investigación se siguió el siguiente proceso:

- a). Se seleccionó la muestra de 5515 hojas de café y se procedió junto a los expertos a recopilar los datos de las principales características que nos permitió identificar la presencia de plagas y enfermedades en la planta.
- b). Se modeló la base de conocimientos empleando la metodología propuesta por Bratianu (2015), donde se procedió de la siguiente forma:

1. **Se recopiló conocimientos preliminares**, en esta fase inicial se definió el propósito de la obtención de conocimientos e identificó a las personas expertas que nos brindaron los conocimientos necesarios para la construcción de la base de conocimientos.

Propósito de la obtención de conocimientos: Se diagnosticó los patógenos que infectaban a las plantaciones de café en la muestra de estudio.

Expertos: Ing. Agrónomo Eyner Huamán, Ing. Agrónomo Malluri Goñas, Ing. Agrónomo, Persi Portocarrero.

Diagnóstico:

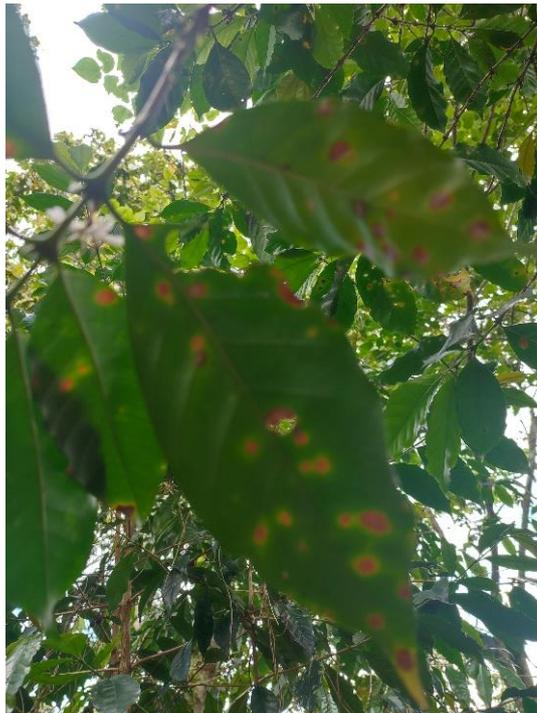
Edad del café: 3 años

Variedad: Catimor, típica

Etapas del ciclo fisiológico del café: floración.

Figura 2

Planta de café variedad Catimor de 3 años.



En la muestra de estudio se detectó 3 tipos de enfermedades que afectan las plantas de café:

La Roya

El hongo que causa la roya es *Hemileia vastatrix*.

Síntomas de la Roya:

Los primeros síntomas de la Roya aparecen en el envés o la parte inferior de las hojas pequeñas manchas de color amarillentas, que presenta un tamaño entre 1 y 1.5mm de diámetro. La aparición de estas pequeñas manchas depende de la intensidad de la infección. Cuando se forman las pústulas alcanzan unos 3mm de diámetro y en esta etapa las uredosporas ya presentan una granulación de color amarillo que con el tiempo va cambiando de tono hasta llegar a un color de tono rojo ladrillo. Cuando las pústulas van aumentando pueden llegar a tener hasta 2cm o más de diámetro y el centro de las manchas más viejas se tornan de color café, entre más avance el hongo empiezan aparecer en el haz o la cara superior de la hoja manchitas amarillentas con un halo verde claro. Si la infección es fuerte, las pústulas cubren la mayor parte de la superficie de las hojas, luego esta se seca y se cae. La caída prematura debida a una infección por el hongo produce una carencia de nutrientes que son primordiales para el crecimiento del fruto del café (Leyva, 2018).

Figura 3

La roya del café (Hemileia vastatrix).



Ojo de gallo

Ojo de gallo es causada por el hongo *Mycena citricolor* este hongo se encuentra en hojas, flores, tallos y frutos, las plantas de café enfermas producen defoliación, ocasionando disminución de la producción.

Síntomas

Se presentan en las hojas manchas circulares de color café claro con gris y con los bordes bien definidos de color rojizo. Las manchas en ocasiones presentan tejido necrosado que se desprende y deja perforaciones en la hoja. Cuando la infección es fuerte provoca la muerte de la hoja y ésta caída prematura hace que se forme en el suelo un colchón de hojas enfermas donde el patógeno se reproduce y se fructifica dando origen a más infecciones en toda la planta y plantas más cercanas (Leyva, 2018).

Figura 4

Ojo de gallo (Mycena citricolor).



La Antracnosis

La Antracnosis es ocasionada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, que ataca a la planta de café en todos sus ciclos de desarrollo, afectando a las hojas, flores y frutos.

Síntomas

Los síntomas se presentan en las hojas de plantas adultas o jóvenes, en forma de lesiones necróticas de un color marrón café, un color gris o negro que van iniciando en los bordes y ápice de las hojas para luego avanzar hacia el centro de la hoja. La lesión necrótica tiene un borde café rojizo que se logra visualizar bien y se separa el tejido enfermo del tejido sano. El tejido enfermo tiene la textura y se ve como un papel tostado que puede romperse con facilidad (FUNICA, 2022).

Figura 5

La Antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides).



2. **Se identificó representaciones de conocimiento**, en esta fase se construyó el conjunto de reglas que representó la relación entre los conceptos obtenidos en la primera fase.

Construcción de reglas:

Ojo de gallo

La hoja presenta:

- ✓ manchas circulares de color café
- ✓ manchas circulares de color gris
- ✓ bordes circulares de color rojizo
- ✓ tejido necrosado de forma circular
- ✓ perforaciones circulares en la hoja
- ✓ tamaño de 1mm a 4mm

Antracnosis

La hoja presenta:

- ✓ Manchas sin forma con tejido necrosado de color café
- ✓ Manchas sin forma con tejido necrosado de color marrón
- ✓ Manchas sin forma con tejido necrosado de color negro
- ✓ Manchas que inician en el ápice o al inicio de las hojas
- ✓ Textura de papel tostado
- ✓ Tamaño de la mancha desde 1cm hasta cubrir toda la hoja.

Roya

La hoja presenta:

- ✓ Pústulas de color amarillo de 3mm de diámetro
- ✓ Pústulas de color rojo ladrillo
- ✓ Pústulas de hasta 1cm a más de diámetro
- ✓ Pústulas con manchas de color café en el centro
- ✓ Manchas amarillentas con halo verde claro en el haz de la hoja

3. **Se analizó y se verificó los datos adquiridos**, como última fase se presentaron todos los resultados al especialista o experto para que lo pudiera modificar o realizar ciertos cambios en el conocimiento que obtuvimos.

c). Toma y procesamiento de imágenes

Nuestro sistema experto presentó un modelo de reconocimiento de imágenes basado en inteligencia artificial el cual se logró construirlo en base a redes neuronales convolucionales.

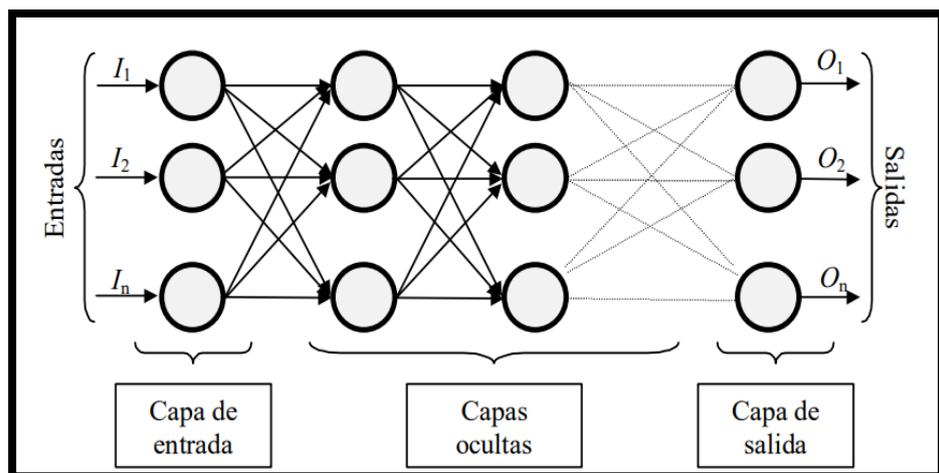
Para Ponce (2010), “La Inteligencia Artificial es un campo de estudio que se basa en las habilidades inteligentes de los seres humanos. Su objetivo inicial fue desarrollar máquinas capaces de pensar como los humanos o imitar algunas de sus capacidades para mostrar cierto nivel de inteligencia.” (p. 23).

Para Giarratano y Riley (2002), “Los sistemas expertos son una rama de la Inteligencia Artificial, que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Este es una persona que tiene experiencia desarrollada en cierta área.” (p. 2).

Para Matich (2001), “Los sistemas expertos son una división de la Inteligencia Artificial que aprovecha extensamente el conocimiento especializado con el fin de abordar problemas de manera similar a un experto humano. Un experto humano es alguien con una amplia experiencia en un campo específico.” (p. 8).

Figura 6

Esquema de una Red Neuronal.



Nota. Extraído del gráfico de Elementos básicos que componen una red neuronal. Fuente (Matich, 2001).

En las redes neuronales convolucionales se entrenan múltiples capas. Donde la capa más profunda toma características de más bajo nivel a partir de la información de

entrada. En la capa más externa las características como los colores y los bordes son examinadas.

Para crear nuestro modelo de Red neuronal convolucional fueron necesarias todas las siguientes herramientas:

Tensorflow

Tensorflow desarrollado en el lenguaje Python, es un sistema de aprendizaje automático de código abierto. Esta plataforma ofrece un conjunto completo y adaptable de bibliotecas, recursos y herramientas, que les permite a los desarrolladores e investigadores impulsar un aprendizaje innovador y automático (ITOP, 2023).

Keras

Keras es una biblioteca de código abierto utilizada para el desarrollo y pruebas de redes neuronales, esta desarrollada en el lenguaje Python y puede ejecutarse en diferentes plataformas (IONOS, 2023).

Open VC

Open VC es una librería de visión artificial de código abierto, contiene algoritmos que identifican caras, objetos, movimientos de objetos, reconoce escenarios y múltiples aplicaciones más. Esta desarrollado en lenguaje C++ y tiene interfaces en C, C++, Python y Java (INESEM, 2020).

Matplotlib y Pyplot

Matplotlib es una biblioteca de trazado de gráficos, muy útil y ampliamente utilizada en Python para crear visualizaciones de datos. Pyplot es un módulo de Matplotlib que proporciona una interfaz de estilo MATLAB para crear gráficos en 2D y 3D. Al utilizar estas herramientas se puede crear gráficos de líneas, de dispersión, de barras, de área, histogramas y muchos otros tipos de gráficos (Matplotlib, 2023).

NumPy

NumPy es una biblioteca de Python que se usa para realizar cálculos numéricos y matemáticos complejos en Python. Proporciona objetos de matriz multidimensional

de alta eficiencia y una amplia variedad de herramientas para trabajar con estas matrices (NumPy, 2023).

PIL

PIL (Python Imaging Library), es una biblioteca de procesamiento de imágenes que proporciona una amplia variedad de funcionalidades para trabajar con imágenes en Python. Al trabajar con PIL, puedes acceder a diferentes submódulos, como Image, ImageDraw, ImageFilter, etc., que te permiten cargar imágenes en diferentes formatos, manipularlas, crear imágenes nuevas y aplicar filtros y efectos a ellas (Pillow,2023).

II.5. PROCESO METODOLÓGICO

Para desarrollo del sistema experto se utilizó la metodología propuesta por Joseabel Cegarra y Johan Ortigoza, la cual presenta 5 fases:

II.5.1. ANÁLISIS PRELIMINAR

En esta primera fase se definió el problema y los objetivos a lograr, el equipo de desarrollo conformado por los expertos o especialistas y los programadores.

Formulación del problema: ¿Cuál es el nivel de eficiencia de un sistema experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para el diagnóstico de plagas cafeteras?

Objetivos

Objetivo general: Determinar el nivel de eficiencia de un sistema experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para el diagnóstico de plagas en los cultivos de café.

Objetivos específicos:

- a) Recopilar información de las unidades muestrales para formar el input del sistema experto (envase a una población de 5115 hojas de café).
- b) Construir la base de conocimientos donde se refleja la experiencia del especialista en el diagnóstico de plagas y enfermedades de los cultivos de café.
- c) Desarrollar e implementar el sistema experto con reconocimiento de imágenes para el diagnóstico de plagas cafeteras.
- d) Evaluar la eficiencia del sistema experto.

Equipo de desarrollo

Expertos: Ing. Agrónomo Eyner Huamán

Ing. Agrónomo Malluri Goñas

Ing. Agrónomo Persi Portocarrero

Programadores: Heling Kristtel Masgo Ventura

César Manuel Vergaray Jauregui

II.5.2 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

En esta fase se construyó el modelo de reconocimiento de imágenes y nuestro conjunto de reglas, también se seleccionó la herramienta computacional, interfaz de usuario e implementación del prototipo.

Sistema Experto Cafediag

El sistema experto CafeDiag es un aplicativo móvil que fue desarrollado bajo el lenguaje de programación Python, para el entorno de desarrollo se usó Anaconda NAVIGATOR. Dentro de Anaconda se hizo uso del entorno de Jupyter Notebook, donde se creó el modelo de la red neuronal convolucional y se usó el entorno de VSCode para crear nuestro conjunto de reglas y construir el aplicativo. Finalmente usamos Android Studio para lanzar el aplicativo móvil final.

Anaconda Navigator

Anaconda, que es una plataforma popular para la ciencia de datos y el desarrollo en Python. Es una herramienta diseñada para facilitar la administración y el uso de los entornos de desarrollo de Anaconda, que incluyen paquetes, librerías y herramientas utilizadas en el análisis de datos, aprendizaje automático y otras tareas relacionadas con la ciencia de datos (ANACONDA, 2023).

Jupyter Notebook

Jupyter Notebook es una aplicación incluida en la distribución de Anaconda. Proporciona un entorno interactivo basado en navegador para desarrollar y ejecutar código en varios lenguajes de programación, como Python, R, Julia y otros (Jupyter, 2023).

VSCode

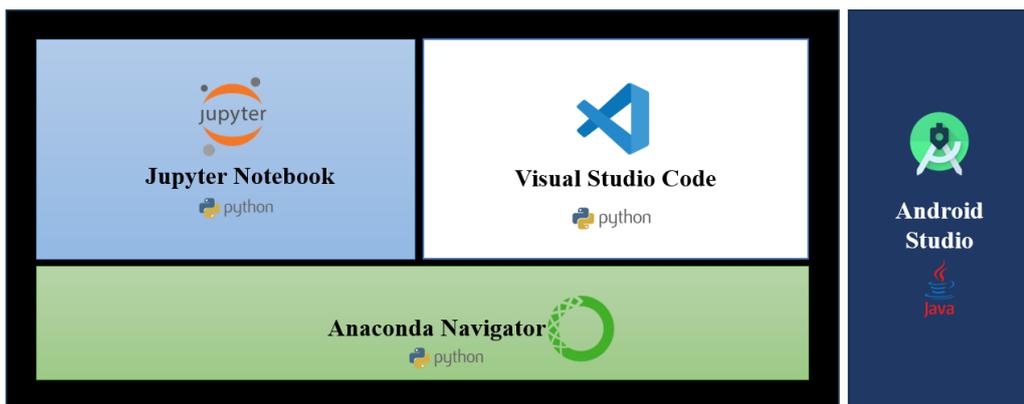
Visual Studio Code, que es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft. Dentro de Anaconda, los usuarios pueden configurar Visual Studio Code como su editor de código preferido. Esto permite abrir y editar archivos de código fuente de Python y otros lenguajes directamente desde el entorno de Anaconda (Visual Studio Code, 2023).

Android Studio

Android Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado para crear aplicaciones móviles para el sistema operativo Android. Es la herramienta oficial de desarrollo de Android, proporcionada por Google (ANDROID STUDIO, 2023).

Figura 7

Arquitectura de Softwares usados para la construcción del Sistema Experto CafeDiag.



Modelo de reconocimiento de imágenes

Para nuestro modelo de reconocimiento de imágenes usamos Inteligencia Artificial con redes neuronales convolucionales, se usó las 5115 imágenes de hojas de café de la muestra de estudio para el entrenamiento de la IA, entre hojas sanas, hojas con Antracnosis, hojas con Ojo de gallo y Roya.

Figura 8

Código del modelo de IA para el reconocimiento de imágenes.

```
In [34]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import os
import PIL
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
from tensorflow.keras.models import Sequential

In [35]: batch_size = 32
img_height = 300
img_width = 400

In [36]: data_dir='./data/entrenamiento'

In [37]: train_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    data_dir,
    seed=123,
    image_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size)

Found 1933 files belonging to 4 classes.

In [38]: class_names = train_ds.class_names
print(class_names)

['antracnosis', 'hojasana', 'ojodegallo', 'roya']

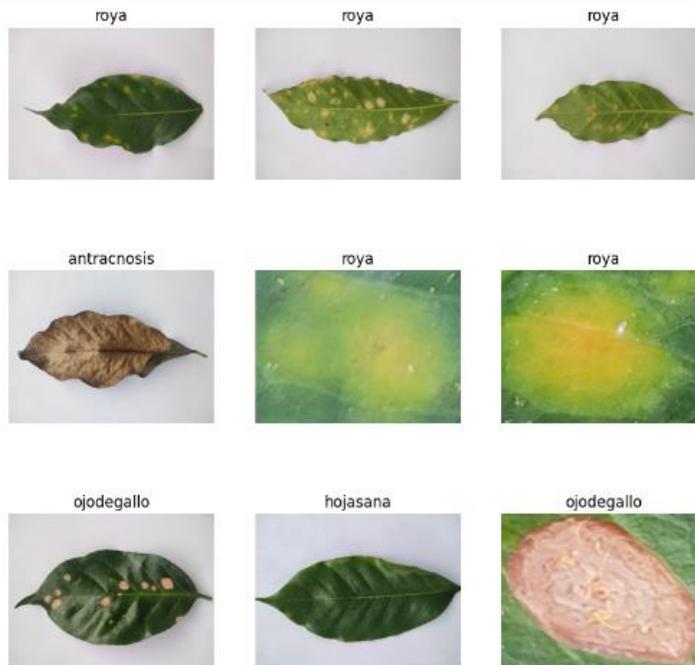
In [39]: data_val='./data/validacion'

In [40]: val_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    data_val,
    seed=123,
    image_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size)

Found 278 files belonging to 4 classes.

In [41]: import matplotlib.pyplot as plt

plt.figure(figsize=(10, 10))
for images, labels in train_ds.take(1):
    for i in range(9):
        ax = plt.subplot(3, 3, i + 1)
        plt.imshow(images[i].numpy().astype("uint8"))
        plt.title(class_names[labels[i]])
        plt.axis("off")
```



```
In [42]: num_classes = len(class_names)

model = Sequential([
    layers.Rescaling(1./255, input_shape=(img_height, img_width, 3)),
    layers.Conv2D(32, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),
    layers.Conv2D(64, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),
    layers.Conv2D(128, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),
    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dense(num_classes)
])
```

```
In [43]: model.compile(optimizer='adam',
    loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
    metrics=['accuracy'])
```

```
In [44]: model.summary()
```

```
Model: "sequential_1"
-----
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
rescaling_1 (Rescaling)	(None, 300, 400, 3)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 300, 400, 32)	896
max_pooling2d_3 (MaxPooling 2D)	(None, 150, 200, 32)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 150, 200, 64)	18496
max_pooling2d_4 (MaxPooling 2D)	(None, 75, 100, 64)	0
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 75, 100, 128)	73856
max_pooling2d_5 (MaxPooling 2D)	(None, 37, 50, 128)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 236800)	0
dense_2 (Dense)	(None, 128)	30310528
dense_3 (Dense)	(None, 4)	516

```
-----
Total params: 30,404,292
Trainable params: 30,404,292
Non-trainable params: 0
-----
```

```
In [45]: epochs=10
history = model.fit(
    train_ds,
    validation_data=val_ds,
    epochs=epochs
)

Epoch 1/10
61/61 [=====] - 236s 4s/step - loss: 1.9815 - accuracy: 0.3885 - val_loss: 1.1528 - val_accuracy: 0.47
48
Epoch 2/10
61/61 [=====] - 222s 4s/step - loss: 1.0093 - accuracy: 0.5504 - val_loss: 0.8276 - val_accuracy: 0.57
19
Epoch 3/10
61/61 [=====] - 221s 4s/step - loss: 0.7052 - accuracy: 0.7036 - val_loss: 0.5714 - val_accuracy: 0.76
98
Epoch 4/10
61/61 [=====] - 217s 3s/step - loss: 0.5399 - accuracy: 0.7962 - val_loss: 0.3937 - val_accuracy: 0.84
89
Epoch 5/10
61/61 [=====] - 220s 4s/step - loss: 0.4425 - accuracy: 0.8350 - val_loss: 0.3470 - val_accuracy: 0.85
97
Epoch 6/10
61/61 [=====] - 224s 4s/step - loss: 0.3217 - accuracy: 0.8810 - val_loss: 0.3580 - val_accuracy: 0.86
69
Epoch 7/10
61/61 [=====] - 234s 4s/step - loss: 0.2675 - accuracy: 0.8996 - val_loss: 0.3107 - val_accuracy: 0.88
85
Epoch 8/10
61/61 [=====] - 221s 4s/step - loss: 0.2220 - accuracy: 0.9208 - val_loss: 0.2782 - val_accuracy: 0.91
73
Epoch 9/10
61/61 [=====] - 215s 3s/step - loss: 0.1458 - accuracy: 0.9493 - val_loss: 0.3212 - val_accuracy: 0.90
29
Epoch 10/10
61/61 [=====] - 215s 3s/step - loss: 0.0999 - accuracy: 0.9628 - val_loss: 0.3766 - val_accuracy: 0.88
49
```

```
In [46]: acc = history.history['accuracy']
val_acc = history.history['val_accuracy']

loss = history.history['loss']
val_loss = history.history['val_loss']

epochs_range = range(epochs)

plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(epochs_range, acc, label='Training Accuracy')
plt.plot(epochs_range, val_acc, label='Validation Accuracy')
plt.legend(loc='lower right')
plt.title('Training and Validation Accuracy')

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(epochs_range, loss, label='Training Loss')
plt.plot(epochs_range, val_loss, label='Validation Loss')
plt.legend(loc='upper right')
plt.title('Training and Validation Loss')
plt.show()
```



```
In [47]: test_url = "./data/prueba/ojodegallo/IMG_20230311_083931.jpg"

img = tf.keras.utils.load_img(
    test_url, target_size=(img_height, img_width)
)
img_array = tf.keras.utils.img_to_array(img)
img_array = tf.expand_dims(img_array, 0) # Create a batch

predictions = model.predict(img_array)
score = tf.nn.softmax(predictions[0])

print(
    "esta imagen esta en la categoria {} con un {:.2f} % de confianza."
    .format(class_names[np.argmax(score)], 100 * np.max(score))
)

1/1 [=====] - 0s 78ms/step
esta imagen esta en la categoria ojodegallo con un 99.39 % de confianza.
```

```
In [48]: dir_modelo = './modelo/'
if not os.path.exists(dir_modelo):
    os.mkdir(dir_modelo)

model.save('./modelo/modelo.h5')
model.save_weights('./modelo/pesos.h5')
```

Creación del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Roya del café:

Figura 9

Código del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Roya del café.

```
In [1]: import cv2
import numpy as np

In [2]: # Cargar La imagen
img = cv2.imread('roya.jpg')

# Convertir La imagen a HSV
hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

# Definir el rango de valores para el color amarillo en HSV
lower_yellow = np.array([20, 100, 100])
upper_yellow = np.array([30, 255, 255])

# Crear una máscara que detecte los píxeles amarillos en la imagen
mask = cv2.inRange(hsv, lower_yellow, upper_yellow)

# Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
mask = cv2.medianBlur(mask, 5)

# Encontrar los contornos de las manchas amarillas en la imagen
contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Dibujar los contornos encontrados en la imagen original
for cnt in contours:
    area = cv2.contourArea(cnt)
    if area > 100: # solo considerar contornos con un área mayor a 100 píxeles
        cv2.drawContours(img, [cnt], 0, (0, 255, 0), 2)

# Mostrar la imagen con los contornos encontrados
cv2.imshow('Manchas amarillas', img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 10

Reconocimiento de la Roya del café.



Creación del conjunto de reglas para el reconocimiento del Ojo de gallo del café:

Figura 11

Código del conjunto de reglas para el reconocimiento del Ojo de gallo del café.

```
In [10]: import cv2
import numpy as np

In [12]: # Cargar La imagen
img = cv2.imread('ojogallo.jpg')
# Convertir La imagen a HSV
hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
# Definir Los rangos de colores en HSV
# Estos rangos son aproximaciones y pueden necesitar ajustes
colores_hsv = [
    (np.array([18, 65, 70]), np.array([20, 255, 255])), # Para #b4643f
    (np.array([15, 63, 70]), np.array([19, 255, 255])), # Para #b3604f
    (np.array([15, 75, 60]), np.array([25, 255, 255])), # Para #9b4426
    (np.array([15, 70, 65]), np.array([20, 255, 255])), # Para #a75032
    (np.array([21, 53, 67]), np.array([22, 255, 255])), # Para #ad7250
    (np.array([22, 50, 65]), np.array([20, 255, 255])), # Para #a87353
    (np.array([22, 47, 67]), np.array([20, 255, 255])), # Para #ab7859
    (np.array([19, 42, 43]), np.array([25, 255, 255])), # Para #6f4f40
    (np.array([26, 43, 59]), np.array([24, 255, 255])), # Para #977255
    (np.array([24, 50, 59]), np.array([25, 255, 255])), # Para #986b4c
    (np.array([13, 47, 44]), np.array([20, 255, 255])), # Para #71473b
    (np.array([10, 51, 30]), np.array([25, 255, 255])), # Para #4e2d26
    (np.array([15, 37, 21]), np.array([25, 255, 255])), # Para #362722
    (np.array([8, 46, 24]), np.array([25, 255, 255])), # Para #3e2521
]
# Crear una máscara que detecte Los píxeles en Los rangos de colores en La imagen
mask = sum([cv2.inRange(hsv, lower, upper) for (lower, upper) in colores_hsv])
# Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
mask = cv2.medianBlur(mask, 5)
# Encontrar Los contornos de Las manchas en La imagen
contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
# Dibujar Los contornos encontrados en La imagen original y aproximar a polígonos
for cnt in contours:
    area = cv2.contourArea(cnt)
    if area > 200 and area < 800: # solo considerar contornos con un área mayor a 100 píxeles
        print(area)
        # Aproximar el contorno a un polígono
        epsilon = 0.05 * cv2.arcLength(cnt, True)
        approx = cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, True)

        # Verificar si el polígono tiene 4 lados (casi cuadrado) o 8 lados (casi círculo)
        sides = len(approx)
        print(sides)
        if sides == 4:
            cv2.drawContours(img, [cnt], 0, (0, 255, 0), 2)
        elif sides > 4:
            cv2.drawContours(img, [cnt], 0, (0, 0, 255), 2)
# Mostrar La imagen con Los contornos encontrados
cv2.imshow('Manchas de color', img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 12.
Reconocimiento del Ojo de gallo del café.



Creación del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Antracnosis del café:

Figura 13.

Código del conjunto de reglas para el reconocimiento de la Antracnosis del café.

```
In [4]: import cv2
import numpy as np

In [6]: # Cargar La imagen
img = cv2.imread('antracnosis.jpg')
# Convertir La imagen a HSV
hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
# Definir Los rangos de colores en HSV
# Estos rangos son aproximaciones y pueden necesitar ajustes
colores_hsv = [
    (np.array([20, 27, 47]), np.array([20, 255, 255])), # Para #786257
    (np.array([2, 31, 33]), np.array([19, 255, 255])), # Para #563c3b
    (np.array([0, 26, 23]), np.array([25, 255, 255])), # Para #3c2c2c
    (np.array([2, 32, 25]), np.array([25, 255, 255])), # Para #402c2b
    (np.array([7, 32, 39]), np.array([25, 255, 255])), # Para #654844
    (np.array([17, 34, 69]), np.array([25, 255, 255])), # Para #654844
    (np.array([8, 23, 47]), np.array([25, 255, 255])), # Para #654844
    (np.array([7, 32, 39]), np.array([25, 255, 255])), # Para #654844
    (np.array([338, 17, 25]), np.array([25, 255, 255])), # Para #654844
    (np.array([327, 20, 25]), np.array([25, 255, 255])) # Para #654844
]

# Crear una máscara que detecte Los píxeles en Los rangos de colores en La imagen
mask = sum([cv2.inRange(hsv, lower, upper) for (lower, upper) in colores_hsv])

# Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
mask = cv2.medianBlur(mask, 5)

# Encontrar Los contornos de Las manchas en La imagen
contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Dibujar Los contornos encontrados en La imagen original y aproximar a polígonos
for cnt in contours:
    area = cv2.contourArea(cnt)
    if area > 5000 : # solo considerar contornos con un área mayor a 100 píxeles
        print(area)
        # Aproximar el contorno a un polígono
        epsilon = 0.05 * cv2.arcLength(cnt, True)
        approx = cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, True)

        # Verificar si el polígono tiene 4 lados (casi cuadrado) o 8 lados (casi círculo)
        sides = len(approx)
        print(sides)
        if sides >= 4:
            cv2.drawContours(img, [cnt], 0, (0, 255, 0), 2)

# Mostrar La imagen con Los contornos encontrados
cv2.imshow('Manchas de color', img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 14

Reconocimiento de la Antracnosis del café.



II.5.3 DESARROLLO DEL SISTEMA

En esta fase se construyó el sistema experto teniendo en cuenta el prototipo, se diseñó la interfaz final de usuario y se sometió a pruebas constantes.

Figura 15

Código de desarrollo del sistema.

```
app.py
src > app.py > ...
1 import io
2 from flask import Flask, jsonify, render_template, request
3 from config import config
4 app=Flask(__name__)
5 import os
6 import tensorflow as tf
7 import numpy as np
8 from keras.utils import load_img, img_to_array
9 from keras.models import load_model
10 import base64
11 from PIL import Image
12 import cv2
13 import uuid
14 img_height = 450
15 img_width = 600
16 #en caso de produccion
17 #model_dir = os.path.realpath('modelo')
18 #en caso de desarrollo usar el path asi
19 model_dir = os.path.realpath('src/modelo')
20 model_path = model_dir + '/modelo.h5'
21 pesos_path = model_dir + '/pesos.h5'
22 model = load_model(model_path)
23 model.load_weights(pesos_path)
24 @app.route('/')
25 def index():
26     return render_template('index.html')
27 @app.route('/acerca')
28 def acerca():
29     return render_template('acerca.html')
30 @app.route('/info')
31 def info():
32     return render_template('info.html')
33 def SiRoya(filename):
34     roya = 0
35     # Cargar la imagen
36     img = cv2.imread(filename)
37     #img = resize(img, 600)
```

```

38 # Convertir la imagen a HSV
39 hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
40 # Definir el rango de valores para el color amarillo en HSV
41 lower_yellow = np.array([20, 100, 100])
42 upper_yellow = np.array([30, 255, 255])
43 # Crear una máscara que detecte los píxeles amarillos en la imagen
44 mask = cv2.inRange(hsv, lower_yellow, upper_yellow)
45 # Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
46 mask = cv2.medianBlur(mask, 5)
47 # Encontrar los contornos de las manchas amarillas en la imagen
48 contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
49 # Dibujar los contornos encontrados en la imagen original y aproximar a polígonos
50 for cnt in contours:
51     area = cv2.contourArea(cnt)
52     if area > 200: # solo considerar contornos con un área mayor a 100 píxeles
53         # Aproximar el contorno a un polígono
54         epsilon = 0.05 * cv2.arcLength(cnt, True)
55         approx = cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, True)
56         # Verificar si el polígono tiene 4 lados (casi cuadrado) o 8 lados (casi círculo)
57         sides = len(approx)
58         if sides >= 4:
59             roya = roya + 1
60     return roya
61 def SiOjoGallo(filename):
62     ojogallo = 0
63     # Cargar la imagen
64     img = cv2.imread(filename)
65     # Convertir la imagen a HSV
66     hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
67     # Definir los rangos de colores en HSV
68     colores_hsv = [
69         (np.array([18, 65, 70]), np.array([20, 255, 255])), # Para #b4643f
70         (np.array([15, 63, 70]), np.array([19, 255, 255])), # Para #b36042
71         (np.array([15, 75, 60]), np.array([25, 255, 255])), # Para #9b4426
72         (np.array([15, 70, 65]), np.array([20, 255, 255])), # Para #a75032
73         (np.array([21, 53, 67]), np.array([22, 255, 255])), # Para #ad7250
74         (np.array([22, 50, 65]), np.array([20, 255, 255])), # Para #a87353
75         (np.array([22, 47, 67]), np.array([20, 255, 255])), # Para #ab7859
76         (np.array([19, 42, 43]), np.array([25, 255, 255])), # Para #6f4f40
77         (np.array([26, 43, 59]), np.array([24, 255, 255])), # Para #977255
78         (np.array([24, 50, 59]), np.array([25, 255, 255])), # Para #986b4c
79         (np.array([13, 47, 44]), np.array([20, 255, 255])), # Para #71473b
80         (np.array([10, 51, 30]), np.array([25, 255, 255])), # Para #4e2d26
81         (np.array([15, 37, 21]), np.array([25, 255, 255])), # Para #362722
82         (np.array([8, 46, 24]), np.array([25, 255, 255])), # Para #3e2521
83     ]
84     # Crear una máscara que detecte los píxeles en los rangos de colores en la imagen
85     mask = sum([cv2.inRange(hsv, lower, upper) for (lower, upper) in colores_hsv])
86     # Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
87     #mask = cv2.medianBlur(mask, 5)
88     # Encontrar los contornos de las manchas en la imagen
89     contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
90     # Dibujar los contornos encontrados en la imagen original y aproximar a polígonos
91     for cnt in contours:
92         area = cv2.contourArea(cnt)
93         if area > 200 and area < 750: # solo considerar contornos con un área mayor a 200 píxeles
94             print(area)
95             # Aproximar el contorno a un polígono
96             epsilon = 0.05 * cv2.arcLength(cnt, True)
97             approx = cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, True)
98             # Verificar si el polígono tiene 4 lados (casi cuadrado) o 8 lados (casi círculo)
99             sides = len(approx)
100            if sides >= 4:
101                ojogallo = ojogallo + 1
102    return ojogallo
103 def SiAntracnosis(filename):
104     antracnosis = 0
105     # Cargar la imagen
106     img = cv2.imread(filename)
107     # Convertir la imagen a HSV
108     hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
109     # Definir los rangos de colores en HSV

```

```

110     colores_hsv = [
111         (np.array([20, 27, 47]), np.array([20, 255, 255])), # Para #786257
112         (np.array([2, 31, 33]), np.array([20, 255, 255])), # Para #563c3b
113         (np.array([0, 26, 23]), np.array([20, 255, 255])), # Para #3c2c2c
114         (np.array([2, 32, 25]), np.array([20, 255, 255])), # Para #402c2b
115         (np.array([7, 32,39]), np.array([20, 255, 255])), # Para #654844
116         (np.array([17,34,69]), np.array([20, 255, 255])), # Para #654844
117         (np.array([8,23,47]), np.array([20, 255, 255])), # Para #654844
118         (np.array([7, 32,39]), np.array([20, 255, 255])), # Para #654844
119         (np.array([338,17,25]), np.array([400, 255, 255])), # Para #654844
120         (np.array([327,20,25]), np.array([400, 255, 255])) # Para #654844
121     ]
122     # Crear una máscara que detecte los píxeles en los rangos de colores en la imagen
123     mask = sum([cv2.inRange(hsv, lower, upper) for (lower, upper) in colores_hsv])
124     # Aplicar un filtro de mediana para reducir el ruido
125     #mask = cv2.medianBlur(mask, 5)
126     # Encontrar los contornos de las manchas en la imagen
127     contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
128     # Dibujar los contornos encontrados en la imagen original y aproximar a polígonos
129     for cnt in contours:
130         area = cv2.contourArea(cnt)
131         if area > 5000: # solo considerar contornos con un área mayor a 200 píxeles y menor que 1000 píxeles
132             # Aproximar el contorno a un polígono
133             epsilon = 0.05 * cv2.arcLength(cnt, True)
134             approx = cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, True)
135             # Verificar si el polígono tiene 4 lados (casi cuadrado) o 8 lados (casi círculo)
136             sides = len(approx)
137             if sides >= 0:
138                 antracnosis = antracnosis + 1
139     return antracnosis
140 def predecirIA(filename):
141     try:
142         r = 1
143         img = load_img(
144             filename, target_size=(img_height, img_width)
145         )
146         img_array = img_to_array(img)
147         img_array = tf.expand_dims(img_array, 0) # Create a batch
148         predictions = model.predict(img_array)
149         score = tf.nn.softmax(predictions[0])
150         r = np.argmax(score)
151         return r
152     except Exception as e:
153         return -1
154 @app.route('/dx', methods=['POST'])
155 def predecir():
156     dataBase64 = request.json['foto']
157     #imgdata = base64.b64decode(str(dataBase64))
158     #img = Image.open(io.BytesIO(imgdata))
159     imgdata = base64.b64decode(dataBase64)
160     test_url = os.path.realpath('src/data')
161     filename = test_url + "/" + str(uuid.uuid4()) + '.jpg'
162     with open(filename, 'wb') as f:
163         f.write(imgdata)
164     n = predecirIA(filename)
165     if n != 1:
166         tempRoya = siRoya(filename);
167         tempOjoGallo = siOjoGallo(filename);
168         tempAntracnosis = siAntracnosis(filename);
169         tempResultado = tempRoya + tempOjoGallo + tempAntracnosis;
170         if (tempResultado == 0):
171             n = 1;
172     #Comprobando si la IA se equivocó con Roya
173     r = 0
174     if n == 2:
175         r = siRoya(filename)
176     #Comprobando si la IA se equivocó con Roya
177     og = 0
178     if n == 0:
179         #pero.. hacemos una verificación adicional...
180         antro = siAntracnosis(filename)
181         if antro > 0:

```

```

182         n = 0
183     else:
184         og = SiOjoGallo(filename)
185     if r > 0:
186         n = 3
187     if og > 0:
188         n = 2
189     #verificando en caso de error de roya
190     #if n == 3:
191     #    antracFinal = SiAntracnosis(filename)
192     #    if antracFinal > 0:
193     #        n = 0
194     categoria = ''
195     if n == 0:
196         categoria = 'ANTRACNOSIS'
197     if n == 1:
198         categoria = 'HOJA SANA'
199     if n == 2:
200         categoria = 'OJO DE GALLO'
201     if n == 3:
202         categoria = 'ROYA'
203     return jsonify({
204         'exito':True,
205         'mensaje' : categoria,
206         'detalle' : 'Tratamiento a seguir'
207     })
208 if __name__ == '__main__':
209     app.config.from_object(config['development'])
210     app.run()
211

```

II.5.4 EVALUACIÓN FINAL

En esta fase se comparó tanto la solución como el procedimiento realizado por los especialistas y por el sistema.

Para la evaluación se tomó como población las 5115 hojas de café y se sacó una muestra de 94 hojas que fueron evaluadas por nuestro sistema.

tenemos:

N = 5115 hojas de café

$Z_{0,05} = 1,96$ nivel de confianza del 95 %

q = 0,5 probabilidad de fracaso

p = 0,5 probabilidad de éxito

E = 0,10 nivel de precisión para estimar la muestra

$$n = \frac{Z^2 x N x p x q}{E^2 x (N - 1) + Z^2 x p x q} = 94 \text{ hojas de café}$$

De las 94 hojas de café, con ayuda de los expertos se realizó una distribución para la evaluación para cada tipo de enfermedad e incluimos un porcentaje de hojas sanas.

Tabla 1.

Distribución de las hojas de café para realizar el diagnóstico con el SE y los expertos.

HOJAS	100%	94 hojas a diagnosticar
Con Antracnosis	36%	34 hojas a diagnosticar
Con Ojo de Gallo	36%	34 hojas a diagnosticar
Con Roya	18%	17 hojas a diagnosticar
Hojas sanas	10%	9 hojas a diagnosticar

Se tomó el siguiente formato para el diagnóstico y nos reunimos con 3 expertos para hacer el diagnóstico.

Figura 16

Formato de la lista de cotejo para realizar el diagnóstico del SE y los expertos.

LISTA DE COTEJO

Hoja _____



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

Antracnosis

Ojo de gallo

Roya

Hoja sana

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

Antracnosis

Ojo de gallo

Roya

Hoja sana

II.5.5 MANTENIMIENTO

Aquí se realizó constantes actualizaciones del sistema.

III. RESULTADOS

En los resultados se tomaron las 94 hojas de la muestra final y se procedió al diagnóstico tanto del sistema Experto como los especialistas o expertos, de los cuales obtuvimos.

Tabla 2.*Resultados del diagnóstico del SE vs los expertos.*

Muestras de hojas de café	Diagnóstico del sistema Experto	Diagnóstico de los expertos
Nº 1	Antracnosis	Antracnosis
Nº 2	Antracnosis	Antracnosis
Nº 3	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 4	Roya	Roya
Nº 5	Antracnosis	Antracnosis
Nº 6	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 7	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 8	Roya	Roya
Nº 9	Roya	Roya
Nº 10	Antracnosis	Ojo de gallo
Nº 11	Antracnosis	Antracnosis
Nº 12	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 13	Hoja sana	Hoja sana
Nº 14	Antracnosis	Antracnosis
Nº 15	Antracnosis	Antracnosis
Nº 16	Hoja sana	Hoja sana
Nº 17	Roya	Roya
Nº 18	Antracnosis	Antracnosis
Nº 19	Antracnosis	Antracnosis
Nº 20	Antracnosis	Antracnosis
Nº 21	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 22	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 23	Hoja sana	Hoja sana
Nº 24	Roya	Hoja sana
Nº 25	Antracnosis	Antracnosis
Nº 26	Hoja sana	Hoja sana
Nº 27	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 28	Roya	Roya
Nº 29	Antracnosis	Antracnosis

Muestras de hojas de café	Diagnóstico del sistema Experto	Diagnóstico de los expertos
Nº 30	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 31	Antracnosis	Antracnosis
Nº 32	Antracnosis	Antracnosis
Nº 33	Antracnosis	Antracnosis
Nº 34	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 35	Roya	Roya
Nº 36	Roya	Roya
Nº 37	Antracnosis	Antracnosis
Nº 38	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 39	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 40	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 41	Antracnosis	Antracnosis
Nº 42	Antracnosis	Antracnosis
Nº 43	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 44	Hoja sana	Hoja sana
Nº 45	Roya	Roya
Nº 46	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 47	Hoja sana	Hoja sana
Nº 48	Antracnosis	Ojo de gallo
Nº 49	Antracnosis	Antracnosis
Nº 50	Ojo de gallo	roya
Nº 51	Roya	Roya
Nº 52	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 53	Antracnosis	Antracnosis
Nº 54	Roya	Roya
Nº 55	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 56	Hoja sana	Hoja sana
Nº 57	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 58	Antracnosis	roya
Nº 59	Antracnosis	Antracnosis

Muestras de hojas de café	Diagnóstico del sistema Experto	Diagnóstico de los expertos
Nº 60	Antracnosis	Antracnosis
Nº 61	Roya	Roya
Nº 62	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 63	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 64	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 65	Antracnosis	Antracnosis
Nº 66	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 67	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 68	Roya	Ojo de gallo
Nº 69	Antracnosis	Antracnosis
Nº 70	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 71	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 72	Hoja sana	Hoja sana
Nº 73	Antracnosis	Antracnosis
Nº 74	Antracnosis	Antracnosis
Nº 75	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 76	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 77	Roya	Roya
Nº 78	Antracnosis	Antracnosis
Nº 79	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 80	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 81	Roya	Roya
Nº 82	Ojo de gallo	Hoja sana
Nº 83	Antracnosis	Antracnosis
Nº 84	Antracnosis	Antracnosis
Nº 85	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 86	Roya	Roya
Nº 87	Antracnosis	Antracnosis
Nº 88	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 89	Roya	Roya

Muestras de hojas de café	Diagnóstico del sistema Experto	Diagnóstico de los expertos
Nº 90	Antracnosis	Antracnosis
Nº 91	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 92	Hoja sana	Hoja sana
Nº 93	Ojo de gallo	Ojo de gallo
Nº 94	Antracnosis	Antracnosis

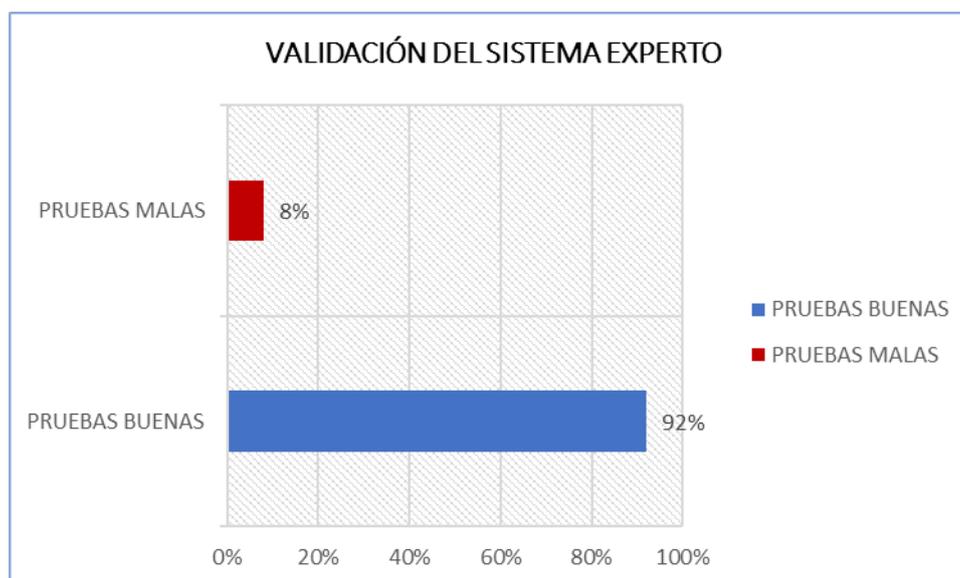
Tabla 3.

Validación del sistema experto

Nº Pruebas	Nº Pruebas Buenas	Nº Pruebas Malas	Grado de eficiencia
94	87	7	87/94
Resultado			>= 92%

Figura 17

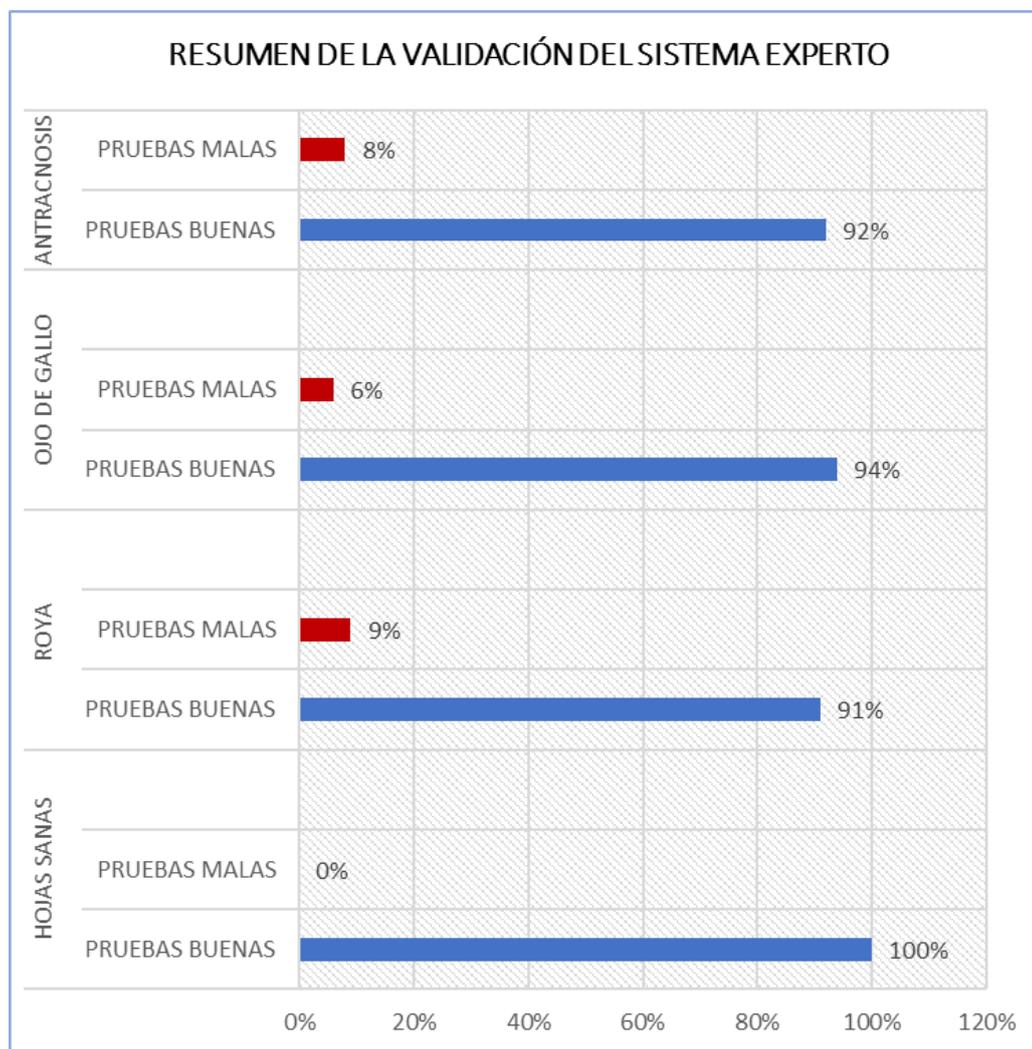
Resultados de la validación del Sistema Experto.



El sistema experto diagnosticó eficientemente 87 hojas del total de 94 muestras entre hojas con Antracnosis, Ojo de gallo, Roya y hojas sanas, concluyendo así que el grado de eficiencia es igual al 92%.

Figura 18

Validación del Sistema Experto por cada enfermedad.



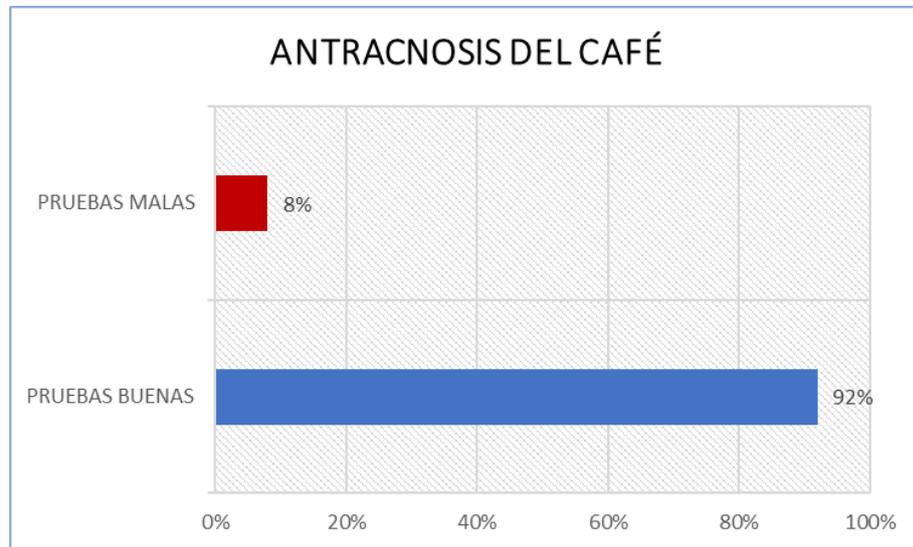
El sistema experto hizo un diagnóstico eficiente en tres tipos de enfermedades del café, la antracnosis con un 92% de certeza, el ojo de gallo con un 94% de certeza y la roya del café con un 91% de certeza. También se sometieron a prueba hojas sanas del café el cual obtuvo un diagnóstico del 100% de certeza.

Diagnóstico por cada tipo de enfermedad

La Antracnosis del café

Figura 19

Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para la Antracnosis del café.

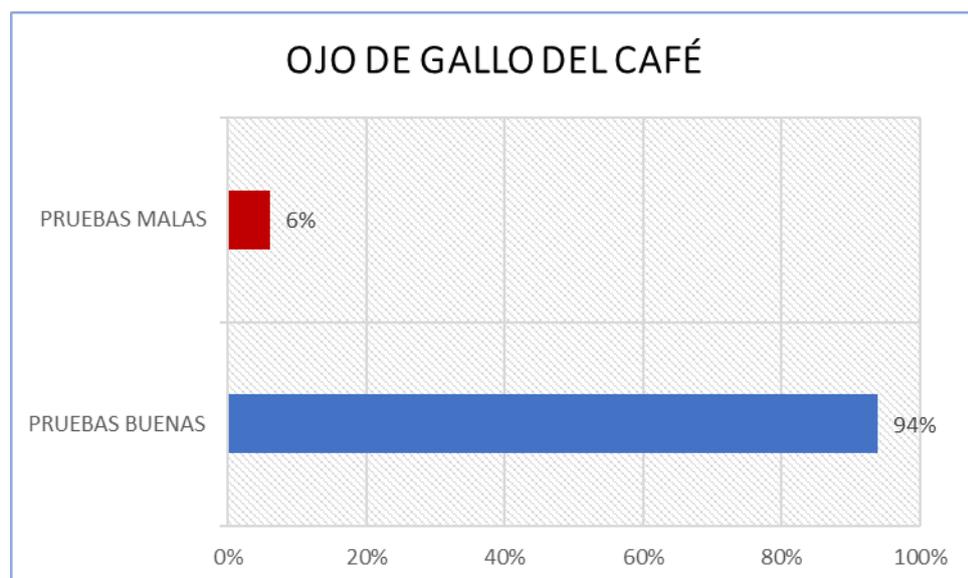


Para la Antracnosis se realizaron 34 pruebas de las cuales se diagnosticaron eficientemente 31 hojas, dando un resultado del 92% de eficiencia.

Ojo de gallo del café

Figura 20

Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para el Ojo de gallo del café.

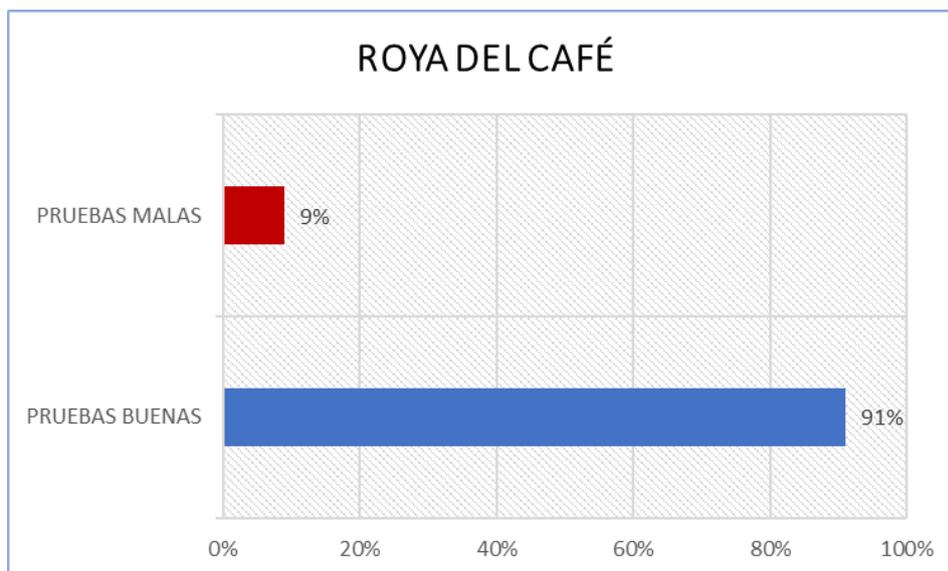


Para el Ojo de gallo se realizaron 34 pruebas de las cuales se diagnosticaron eficientemente 32 hojas, dando un resultado del 94% de eficiencia.

La roya del café

Figura 21

Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para la Roya del café.

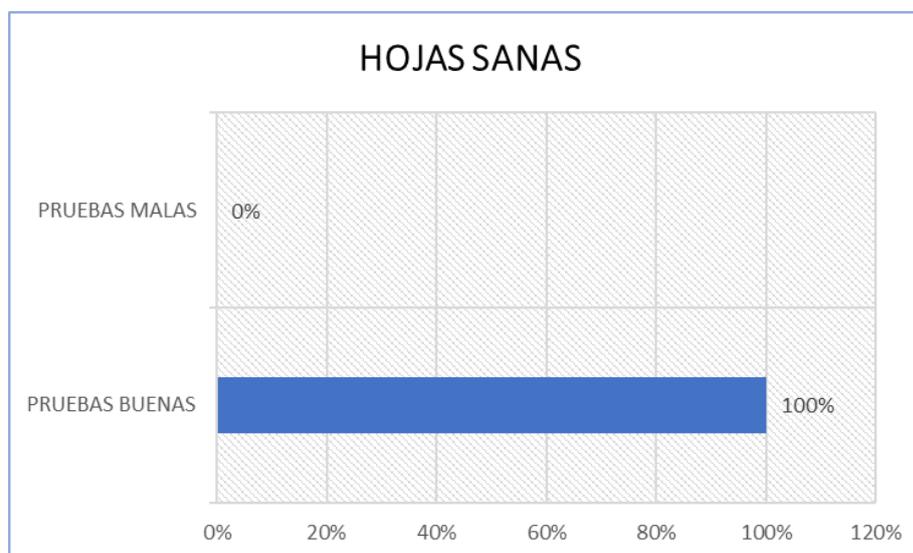


Para la Roya se realizaron 17 pruebas de las cuales se diagnosticaron eficientemente 15 hojas, dando un resultado del 91% de eficiencia.

Hojas sanas

Figura 22

Resultados del diagnóstico del Sistema Experto para las hojas sanas del café.



Para las hojas sanas se realizaron 9 pruebas de las cuales se diagnosticaron eficientemente las 9 hojas, dando un resultado del 100% de eficiencia.

IV. DISCUSIÓN

En relación a nuestra pregunta de investigación ¿Cuál es el nivel de eficiencia de un sistema experto basado en reconocimiento de imágenes y reglas para el diagnóstico de plagas cafeteras?, se planteó como hipótesis que el nivel de eficiencia de un sistema experto para el diagnóstico de plagas en el café sería igual o mayor a un 80%. Una vez que se analizó todos los resultados se concluyó que el Sistema Experto CafeDiag presentó un nivel de eficiencia del 92% para el diagnóstico de la Antracnosis, Ojo de gallo, Roya y hojas sanas de las plantas de café. Esto demostró que la hipótesis planteada si cumplió de acuerdo a los resultados obtenidos.

A continuación, mostraremos algunos resultados similares logrados por otros investigadores:

Diaz y Vilcas (2021) en su tesis “APLICATIVO MÓVIL PARA LA DETECCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL MOSAICO COMÚN EN LA YUCA (MANIHOT ESCULENTA) UTILIZANDO REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES, 2021”, construyeron un aplicativo que detecta la enfermedad del Mosaico en las hojas de la yuca, se plantearon como hipótesis general que “La implementación de un Aplicativo Móvil que utiliza una Red Neuronal Convolutiva, mejora el proceso de detección de la enfermedad del mosaico, en la asociación civil “Unidos Tres Estrellas”. Durante el desarrollo de su aplicativo elaboraron una base de conocimientos, donde recolectaron 3400 imágenes de hojas de yucas entre hojas sanas y enfermas, como resultados de esta investigación se obtuvo que el aplicativo presentó una eficiencia de 4.2 puntos de una escala valorativa de 5 puntos, el cual significa que cumplió con los requisitos esperados, por lo tanto mejoró el proceso de detección de la enfermedad, además de eficiencia se evaluó funcionalidad, usabilidad y portabilidad que obtuvieron una puntuación mayor a 4 puntos. Como conclusión se demostró que la precisión promedio del modelo entrenado para detectar la enfermedad del mosaico en las plantaciones de yuca supera el 90%. El resultado obtenido es comparable al que se logra utilizando nuestro sistema experto, el cual obtuvo un nivel de eficiencia de 92% en el diagnóstico de tres enfermedades del café, Antracnosis, Ojo de gallo y Roya, al igual que los autores para nuestra base de conocimientos también recolectamos

nuestras imágenes de hojas de café que fueron en total 5115 entre hojas enfermas y sanas.

Fuentes (2021), en su tesis “Visión por computador para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de papa”, hace uso de redes neuronales convolucionales para crear clasificadores de precisión entre las diversas enfermedades de los cultivos de papa, la hipótesis principal de la investigación es que modelos entrenados a partir de nuevos conjuntos de datos con imágenes de cultivos sanos y enfermos de papa, alcanzaran precisiones mayor a un 90%, para ello se entrenó dos arquitecturas de redes VGG16 y DenseNet201 y experimentaron con dos centros PlantVillage y Fruit360, en el centro PlantVillage se obtuvieron un total de 1216 imágenes representativas de plantas sanas, 1000 imágenes de plantas afectadas por tizón temprano y 1000 imágenes de plantas afectadas por tizón tardío. Por otro lado, en el centro Fruit360 se recolectaron 1000 imágenes de plantas sanas, 1000 imágenes de plantas afectadas por sarna común y 800 imágenes de plantas afectadas por tizón tardío. En los resultados de la investigación se concluyó que el modelo VGG16 tiene un nivel de precisión de prueba de 94.7%, 92.2% y 91.1% y con el modelo DensetNet201 se consiguió un 99.1%, 87.2% y un 93.9% de precisión de prueba. Concluyendo así que los modelos que implementó con redes neuronales y adaptándolo para clasificar las enfermedades de la papa tienen excelentes resultados con precisiones superiores al 90%. El resultado obtenido es comparable al que se logra utilizando nuestro sistema experto, el cual obtuvo un nivel eficiente de diagnóstico en tres enfermedades del café como son la Antracnosis, Ojo de gallo y la Roya con una precisión de prueba de 92%, 94% y 91%.

Barrantes y Vigo (2015), en su tesis “AGRO ASSIST ARROZ: Sistema Experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz”, se plantearon como objetivo principal desarrollar un sistema experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz. Como hipótesis de la investigación se planteó que mediante el desarrollo de un sistema experto móvil se lograría diagnosticar y brindar un manejo integral de plagas en el arroz. Para empezar a desarrollar el sistema consultaron a los especialistas o expertos en cultivos de arroz, para crear la base de conocimientos envase a la sintomatología de cada una de las plagas que atacan a los cultivos, también se obtuvo información del vademécum agrario para el manejo integral, que contiene tratamientos de plagas y enfermedades en los cultivos con productos químicos. Una vez que los síntomas fueron ingresados al sistema, este

realizó un diagnóstico de la plaga que se encuentra atacando el cultivo, finalmente el aplicativo emite un tratamiento para exterminar o tratar dicha plaga. Para el desarrollo del sistema se utilizó herramientas de software las cuales fueron: JQuery Mobile como framework para dispositivos táctiles, para el gestor de Base de Datos se usó MySQL, y como lenguaje de programación se utilizó PHP para contenido web dinámico. Luego de la implementación del sistema se realizaron 5 pruebas en 2 plagas estudiadas, de las 5 pruebas realizadas solo 1 falló, obteniendo un grado de certeza de 80% para realizar un diagnóstico y dar un manejo integral de las plagas en los cultivos, al igual que en esta investigación empezamos el desarrollo de nuestro sistema experto en campo consultado a los especialistas y expertos en plantas de café, además consultamos bibliografía para empaparnos del tema y así poder construir nuestra base de conocimientos, una vez concluido nuestro sistema experto hicimos las pruebas respectivas el cual fue un resultado eficiente ya que nuestro sistema diagnosticó tres enfermedades del café, Antracnosis, Ojo de gallo y Roya con un porcentaje mayor al 90% de certeza.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Se recopiló información de las unidades muestrales para formar el input del sistema experto (envase a una población de 5115 hojas de café).
- ✓ Se construyó la base de conocimientos envase a las unidades muestrales y la creación del conjunto de reglas que refleja la experiencia del especialista en el diagnóstico de plagas y enfermedades de los cultivos de café.
- ✓ Se desarrolló e implementó el sistema experto con reconocimiento de imágenes para el diagnóstico de tres tipos de enfermedades en el café, la Antracnosis, Ojo de gallo y la Roya.
- ✓ Se determinó que el nivel de eficiencia del sistema experto CafeDiag es de un 92% diagnosticando tres tipos de enfermedades del café, Antracnosis, Ojo de gallo y Roya, encontrados en nuestro centro de estudio en Rodríguez de Mendoza, Amazonas.
- ✓ Para la enfermedad de la Antracnosis el sistema experto hizo un diagnóstico eficiente del 92%, para la enfermedad del Ojo de gallo un 94% y para la Roya del café un 91%.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACONDA. (2023). We're not just a company; we're a movement.

<https://www.anaconda.com/about-us>

ANDROID STUDIO. (2023). Introducción a Android Studio.

<https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>

Barrantes, C., y Vigo, L. (2015). Sistema Experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo.

Bratianu, C. (2015). Organizational Knowledge Dynamics: Managing Knowledge Creation, Acquisition, Sharing, and Transformation. Hershey: IGI Global.

Cegarra, J., y Ortigoza, J. (2009). Automatización del proceso de evaluación de los aprendizajes en la Educación Superior (Prototipo de un sistema experto). *Encuentro Educativo*, 16(1), 155-169.

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/view/5572/5562>

Díaz, R., y Vilcas, D. (2021). APLICATIVO MÓVIL PARA LA DETECCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL MOSAICO COMÚN EN LA YUCA (MANIHOT ESCULENTA) UTILIZANDO REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES, 2021". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Fernández, P. (2010). Determinación del tamaño muestral. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinaciontamano-muestral/>

Fuentes, F. (2021). Visión por computador para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de papa. (Tesis de posgrado). Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/6716/1/Tesis%20Vision%20por%20computadora%20para%20el%20manejo%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20.pdf>

FUNICA. (2022). Guía de identificación y manejo de antracnosis en café.

<https://www.funica.org.ni/wp-content/uploads/2022/07/Guia-de-identificacion-y-manejo-de-antracnosis-en-cafe-pdf.pdf>

- Giarratano, J. y Riley, G. (2002). *Sistemas Expertos Principios y Programación*. México: Thomson Editores.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta edición). México D. F, Estados Unidos Mexicanos: McGraw-Hil.
- INESEM. (2020). *OpenCV y su instalación en Python*.
<https://www.inesem.es/revistadigital/informatica-y-tics/opencv/>
- IONOS. (2023). *Keras: biblioteca de código abierto para crear redes neuronales*.
<https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/marketing-para-motores-de-busqueda/que-es-keras/>
- ITOP. (2023). *TensorFlow*.
<https://www.itop.es/soluciones-tecnologicas/business-analytics-business-intelligence/tensorflow.html>
- Jupyter. (2023). *About Us: Project Jupyter's origins and governance*.
<https://jupyter.org/about>
- Leyva, G. (2018). Principales enfermedades del café (*Coffea Arabica*). *AGRO PRODUCTIVIDAD - Revista de Investigación Científica*, 3(2), 14-16.
<https://core.ac.uk/download/pdf/249320381.pdf>
- NumPy. (2023). *NumPy: Documentación de NumPy*.
<https://numpy.org/doc/stable/>
- Matich, D. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*.
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monograis/matich-redesneuronales.pdf
- Matplotlib. (2023). *Matplotlib: Visualization with Python*.
<https://matplotlib.org/>
- Minagri. (2018). *MINAGRI promueve el consumo interno del café peruano*.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/19996-minagri-promueve-elconsumo-interno-del-cafe-peruano>
- Pillow. (2023). *Pillow (PIL Fork) 9.5.0 documentation*.

<https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>

Ponce, P. (2010). *Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Román, A., y Neri, J. (2016). *Aplicación de tres componentes para el manejo integrado de la broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari) en el distrito de Huambo, Rodríguez de Mendoza – Amazonas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Visual Studio Code. (2023). *Learn to code with Visual Studio Code*.

<https://code.visualstudio.com/learn>

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO APLICADO A LOS EXPERTOS PARA OBTENER LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES DEL CAFÉ.



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS:

"SISTEMA EXPERTO BASADO EN RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES Y REGLAS PARA EL DIAGNOSTICO DE PLAGAS CAFETERAS"



CUESTIONARIO

Entrevista realizada a los expertos para determinar las características de las enfermedades del café, la Antracnosis, Ojo de gallo y la Roya.

1. ¿Cuál son las características que tiene la enfermedad de la Antracnosis del café?

Las hojas tanto en el haz y en el envés presentan manchas sin forma con tejido necrosado de color café, marrón claro o marrón oscuro, muchas veces negro, las manchas inician en el ápice o al inicio de las hojas y con el tiempo cubriéndola por completo, en cuanto a la textura es similar al del papel tostado.

2. ¿Cuál son las características que tiene la enfermedad del Ojo de gallo del café?

Las hojas presentan manchas circulares en tonalidades de color café, gris y las manchas presentan bordes circulares bien definidas de color rojizo, las manchas al final presentan tejido necrosado y sufren perforaciones.

3. ¿Cuál son las características que tiene la enfermedad de la Roya del café?

Las hojas presentan pustulas de color amarillo y con el avance de la enfermedad se torna color rojo ladrillo, empiezan en el envés de la hoja y luego se va notando en el haz de la hoja manchas amarillentas con halo verde claro.


Eynec Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 199854

ANEXO 2. LISTA DE COTEJO PARA EVALUAR EL SISTEMA EXPERTO.

LISTA DE COTEJO

Hoja 01



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Elymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 166338


ROSER VENÉZO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Ing. Mg. Fredy Valencia Valdivia
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 02



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Edmundo Huamán
Edmundo Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189858



Roiser Centeno Cachay
ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP/N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Francisco Mejía
Francisco Mejía
Ingeniero de Sistemas
y de Computación

LISTA DE COTEJO

Hoja 03



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Elyer Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100050

ROIFER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

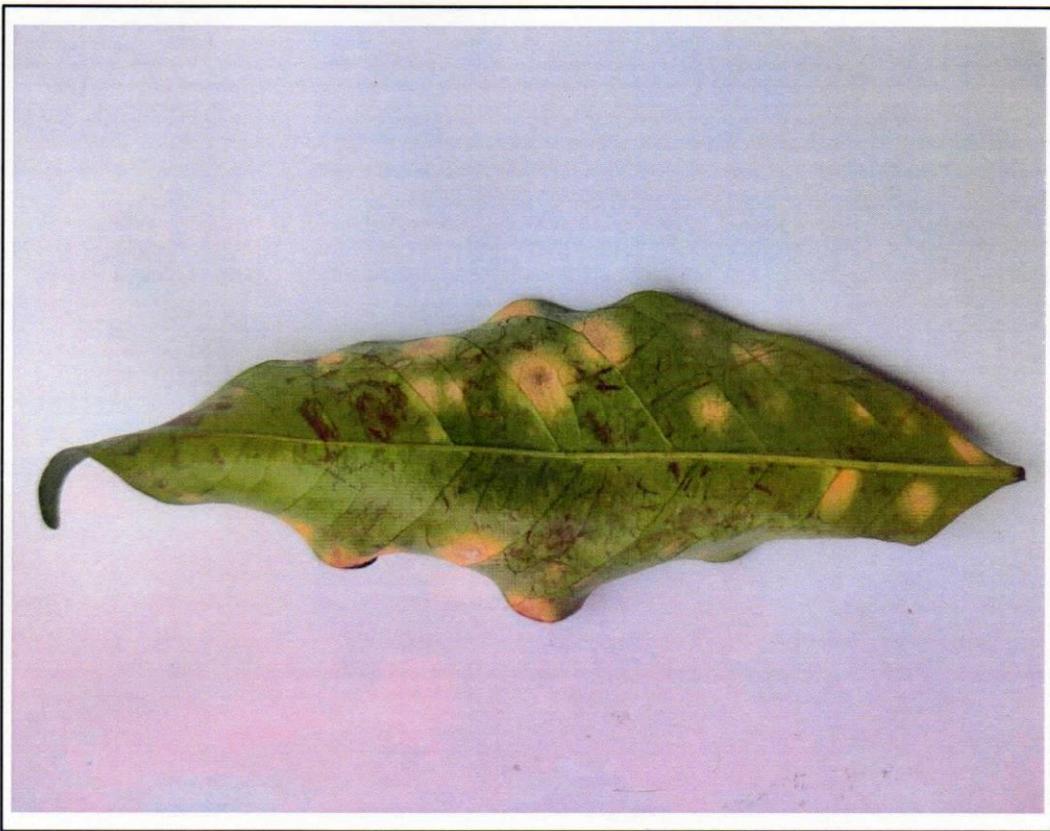
RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Frady Velayance Vallejos

LISTA DE COTEJO

Hoja 04



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 199856



ROJER CENENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP. N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ezequiel Valdivia Villalobos

LISTA DE COTEJO

Hoja 05



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eneke Hernández Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 198658




Roiser Centeno Cachay
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP/N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

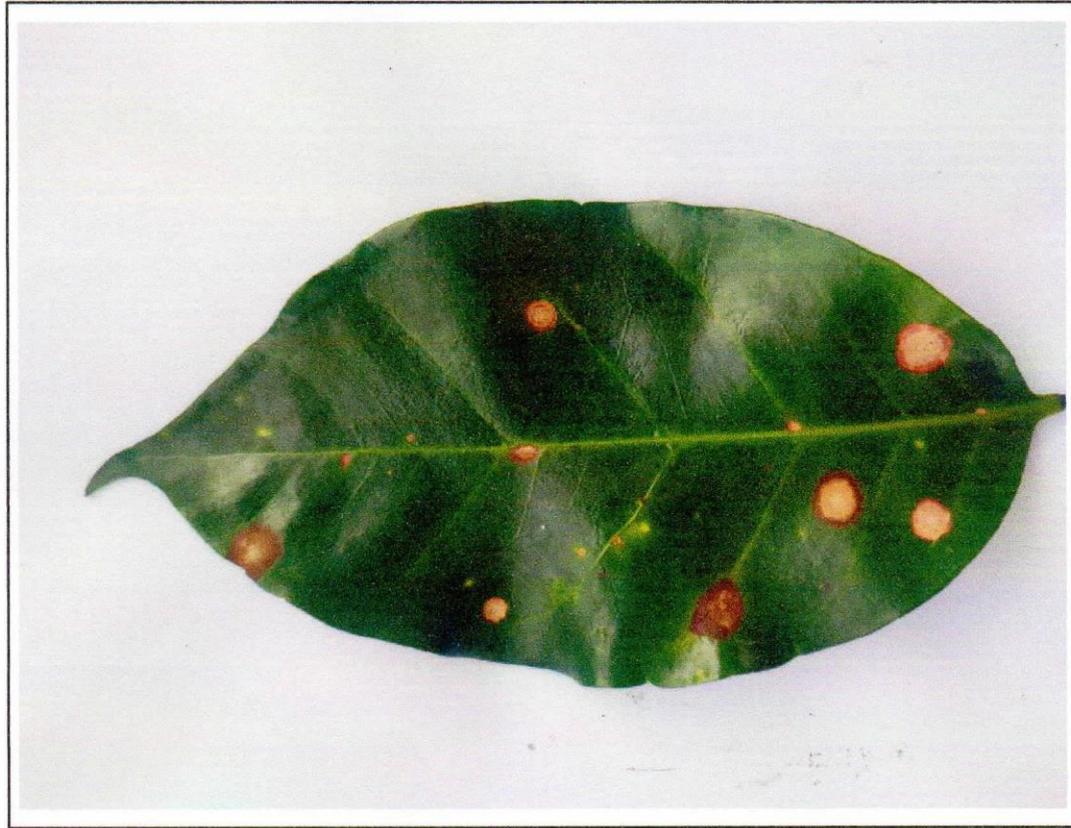
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 06



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eyrer Huamán Huamán
 Ing. Agronomo
 Reg. CIP. 189859



ROISER CENTAÑO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
 CIP. 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 07



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Emyel Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189656

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Freddy Velayrce Vallejós
Ing. Mg.
CIP 148123

LISTA DE COTEJO

Hoja 08



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189850

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP 168173

LISTA DE COTEJO

Hoja 09



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188856



Royser Centeno Cachay
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Valles
CIP. 148123

LISTA DE COTEJO

Hoja 10.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP: 180856

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

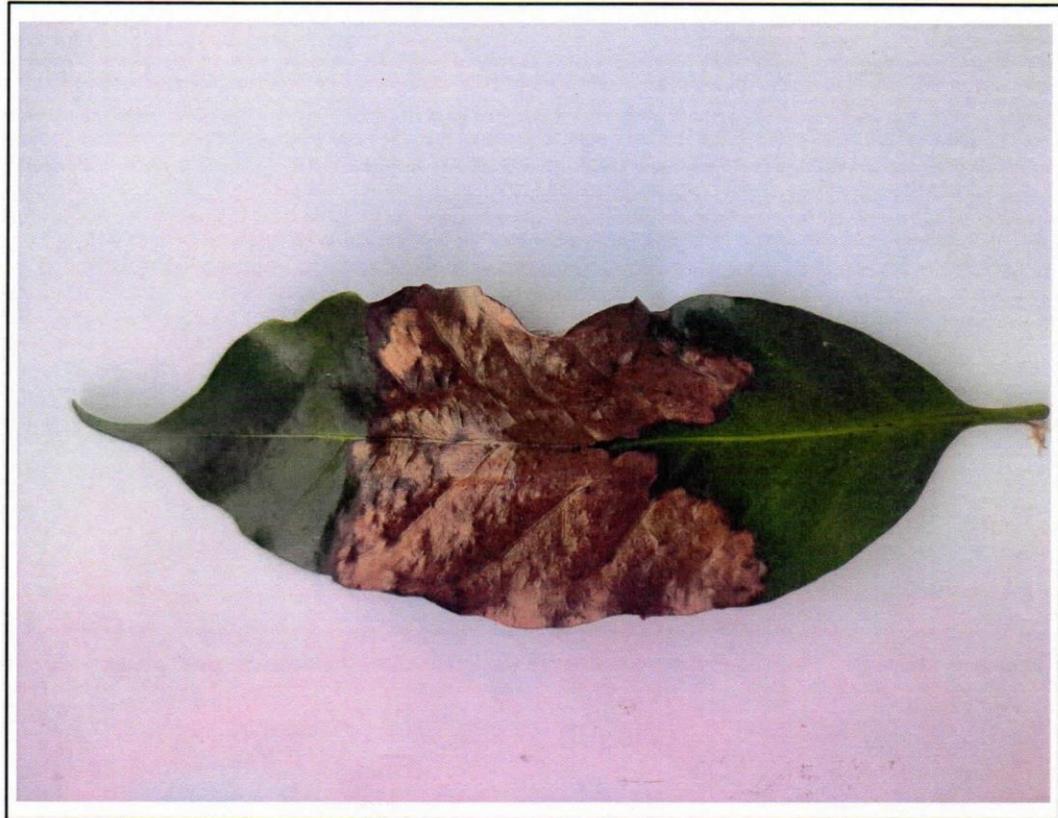
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

ROISRA CENTENO CACI
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejós
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 14



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eyner Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 180856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallerios
CIP.

LISTA DE COTEJO

Hoja 12



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynel Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189858

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP/N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

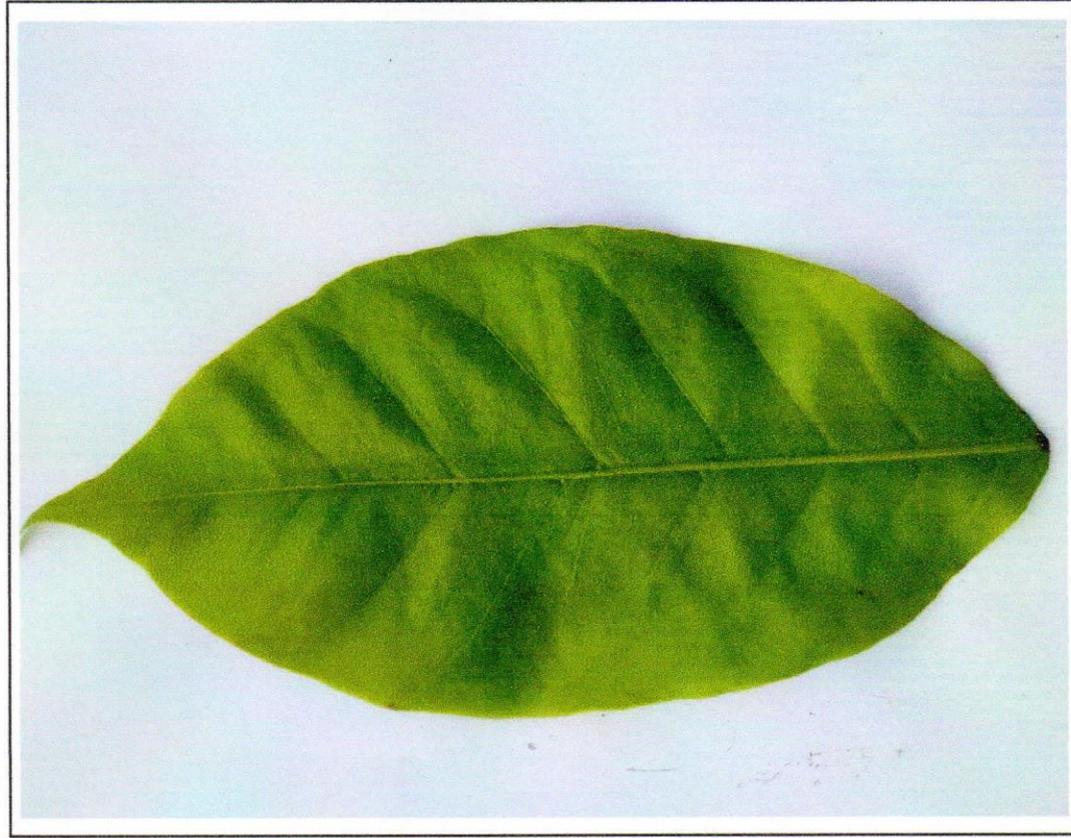
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Valerios



LISTA DE COTEJO

Hoja 13



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100056



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejós
CIP. 48173



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP. N° 179283



LISTA DE COTEJO

Hoja 14



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynec Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 159856







ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

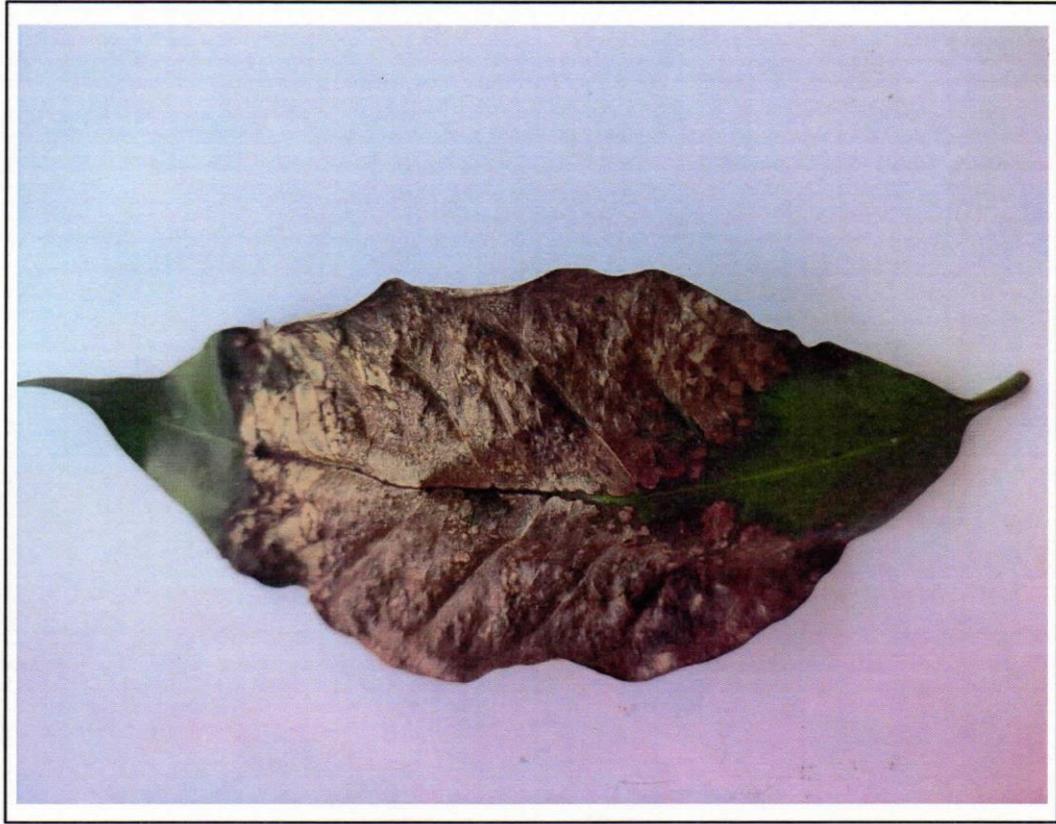
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallegos

LISTA DE COTEJO

Hoja 15



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 199858



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos

LISTA DE COTEJO

Hoja 16



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 189856



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 21



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 198856



RÓISER CENTENO CACERES
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP/N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

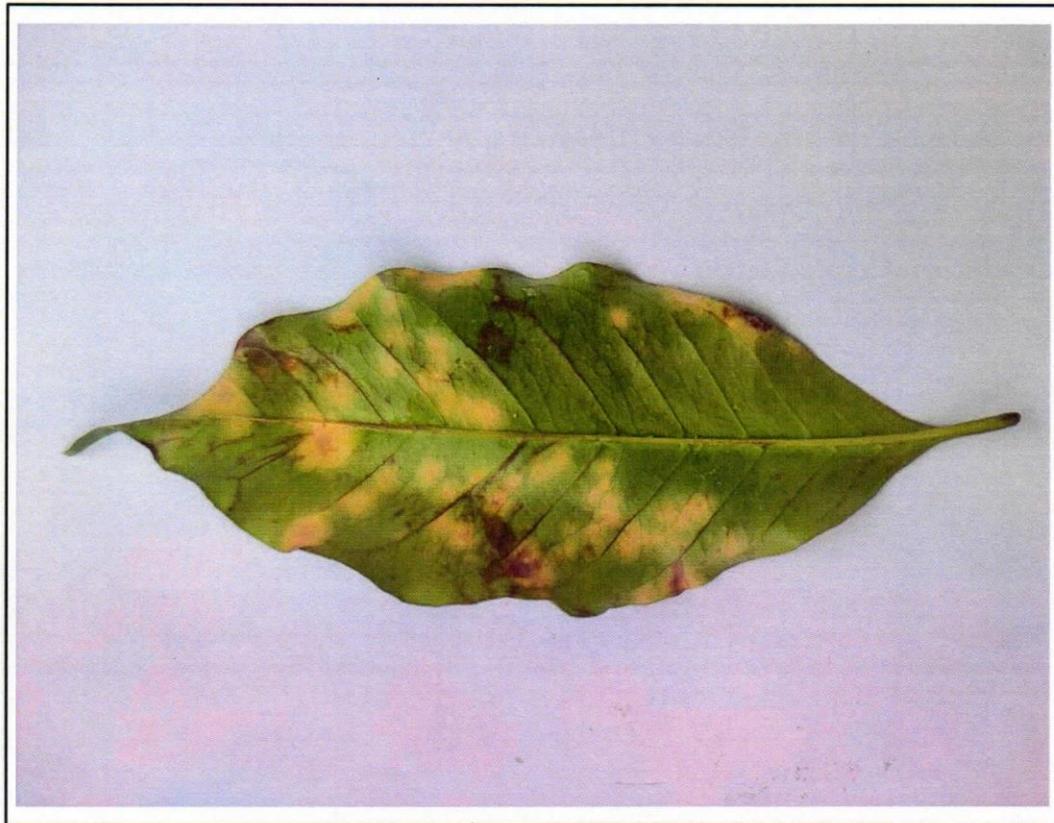
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 190179



LISTA DE COTEJO

Hoja 17



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 149656



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



ROISER CENTENO CACHIA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallegos



LISTA DE COTEJO

Hoja 18



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynel Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP: 189856



ROISER CENTENO CAJAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Frady Velayarce Valles
 CIP: 170137



LISTA DE COTEJO

Hoja 19



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. Car. 199933



ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallegos
 CIP 114273



LISTA DE COTEJO

Hoja 22



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Agronomo
Reg. CIP. 188854

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos

LISTA DE COTEJO

Hoja 20



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor-Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 189856



R. Arce
 INGENIERO DE SISTEMAS Y DE COMPUTACIÓN
 CIP N° 1792



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Freddy Velazquez Valero
 Ing. Mg. Freddy Velazquez Valero



LISTA DE COTEJO



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. C.I.P. 189856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Fridy Velazquez Vallegos
C.I.P. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 24.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856



ROGER CERVENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

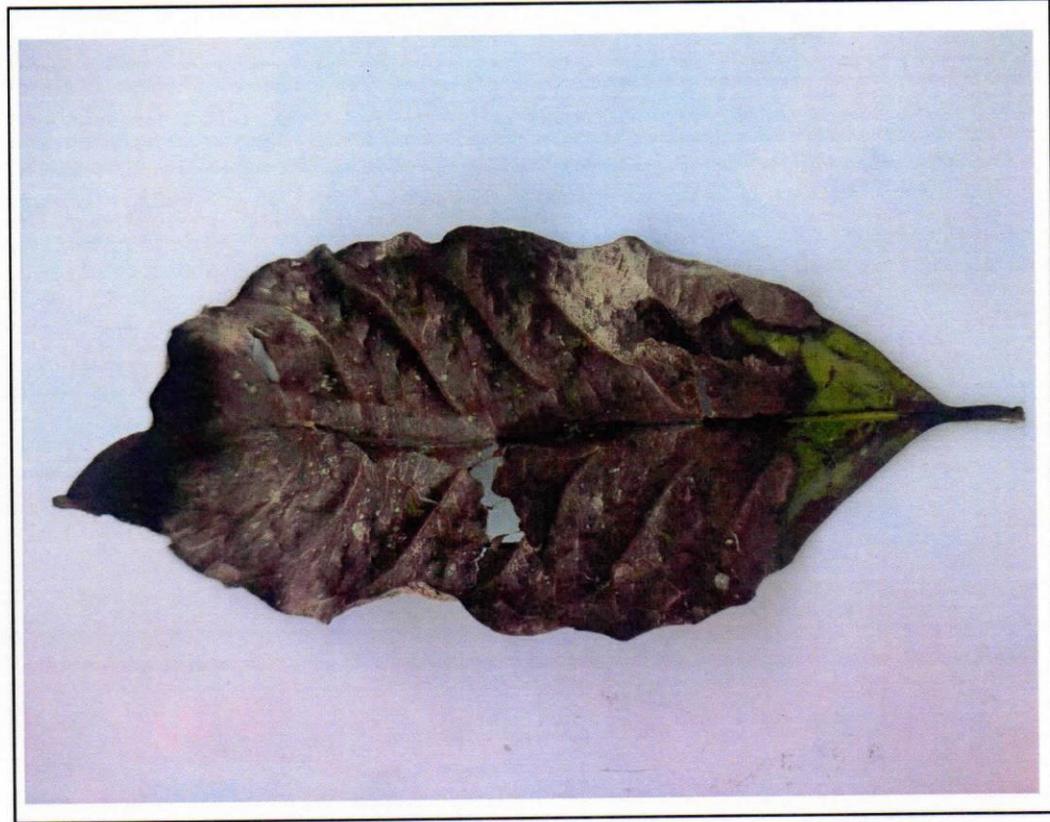
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP 168723

LISTA DE COTEJO

Hoja 25



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynor Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 199650



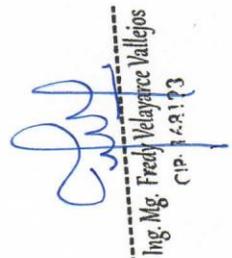

ROYSER CERVENO CACHA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283.



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 148173

LISTA DE COTEJO

Hoja 26



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858



Roiser Centeno Cachay
Ingeniero de Sistemas
y de Computo
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Valeros

LISTA DE COTEJO

Hoja 27



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188854

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ezequiel Valdiviares Vallains



LISTA DE COTEJO

Hoja 28



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynar Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 198858




ROISER CENTRO CACERES
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N. 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

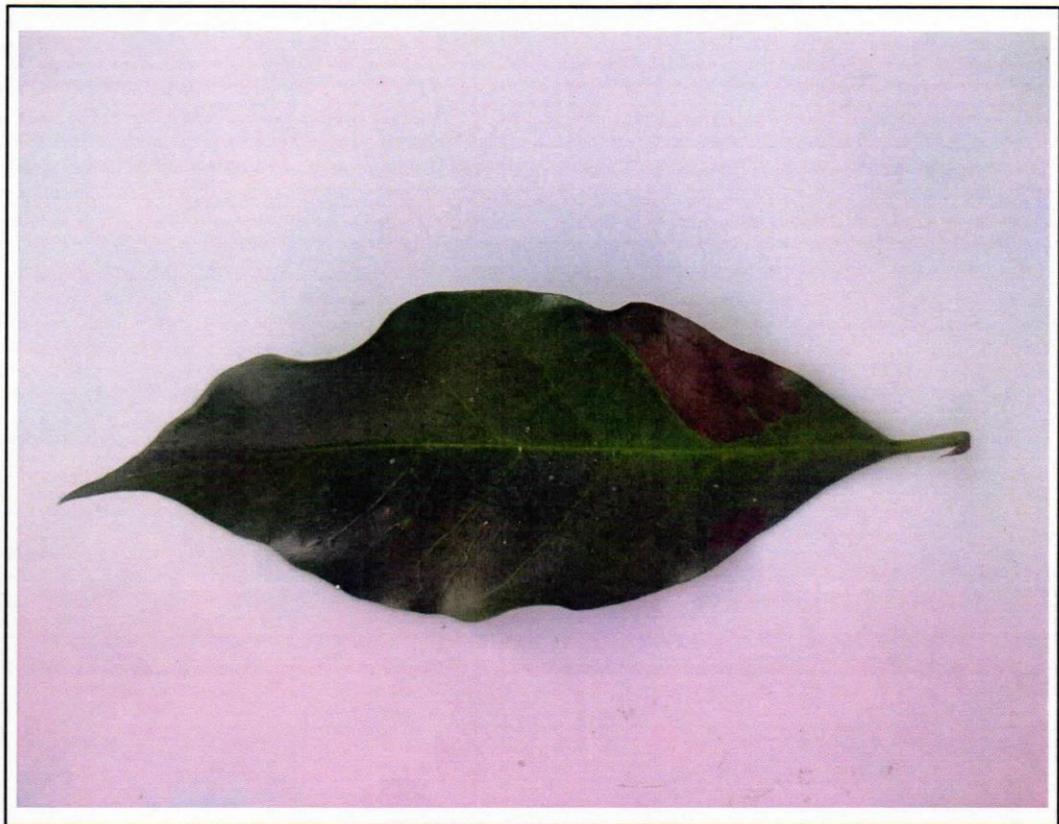




Freddy Valenzuela Valles

LISTA DE COTEJO

Hoja 29



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eymar Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856







ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Ing. Mg. Frady Velazquez Vallejos



LISTA DE COTEJO

Hoja 30



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eyer Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856







ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE CÁMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velayurce Vallejos

LISTA DE COTEJO

Hoja 31



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 190058




ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

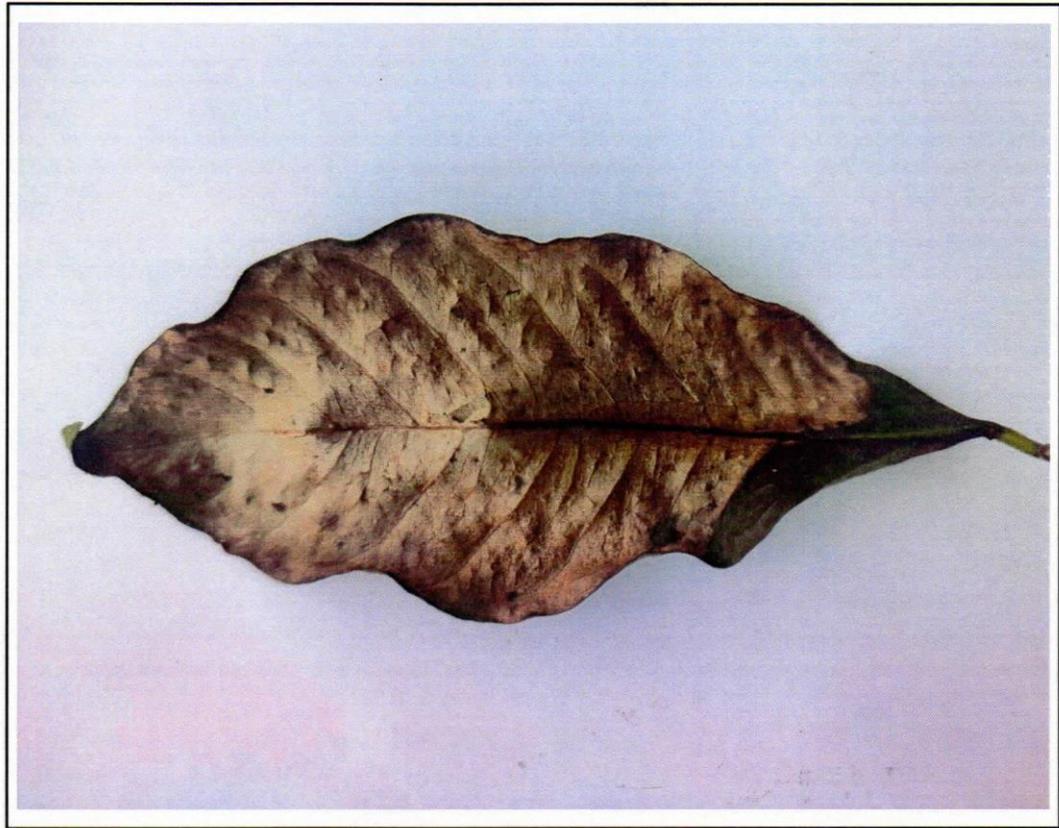
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez
CIP. 143177

LISTA DE COTEJO

Hoja 32



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858



ROIZER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
C.P. 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 33



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 34



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymel Huamán Huamán
 Ing. Agronomo
 Reg. CIP. 180856



ROGER CEVALLOS CACHAT
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Frady Vela
 Reg. CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 35



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huanán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

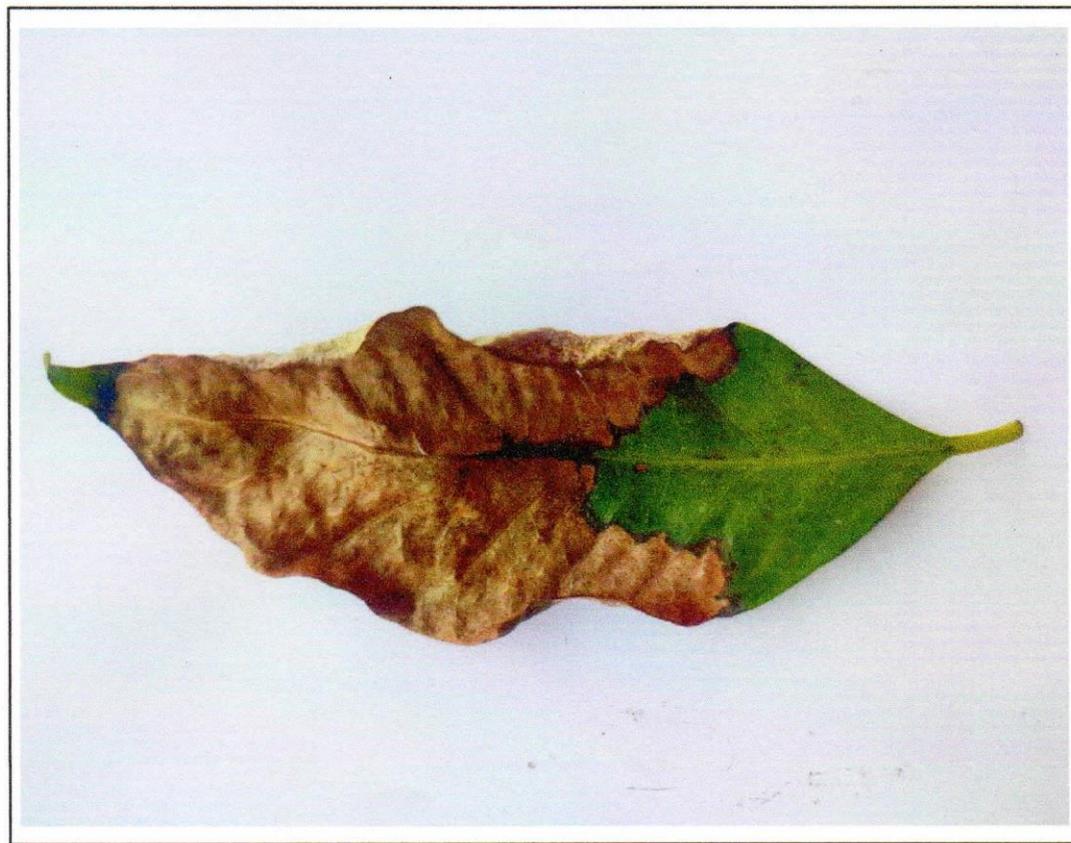
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Frady Velayarce Vallegos
Ing. Mg.
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 42



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100050



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Fredy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 39



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Emyer Huaman Huamán
 Ing. Agronomo
 Reg. CIP. 190658



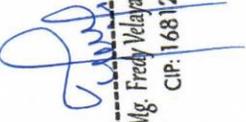

ROISER CENTRO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

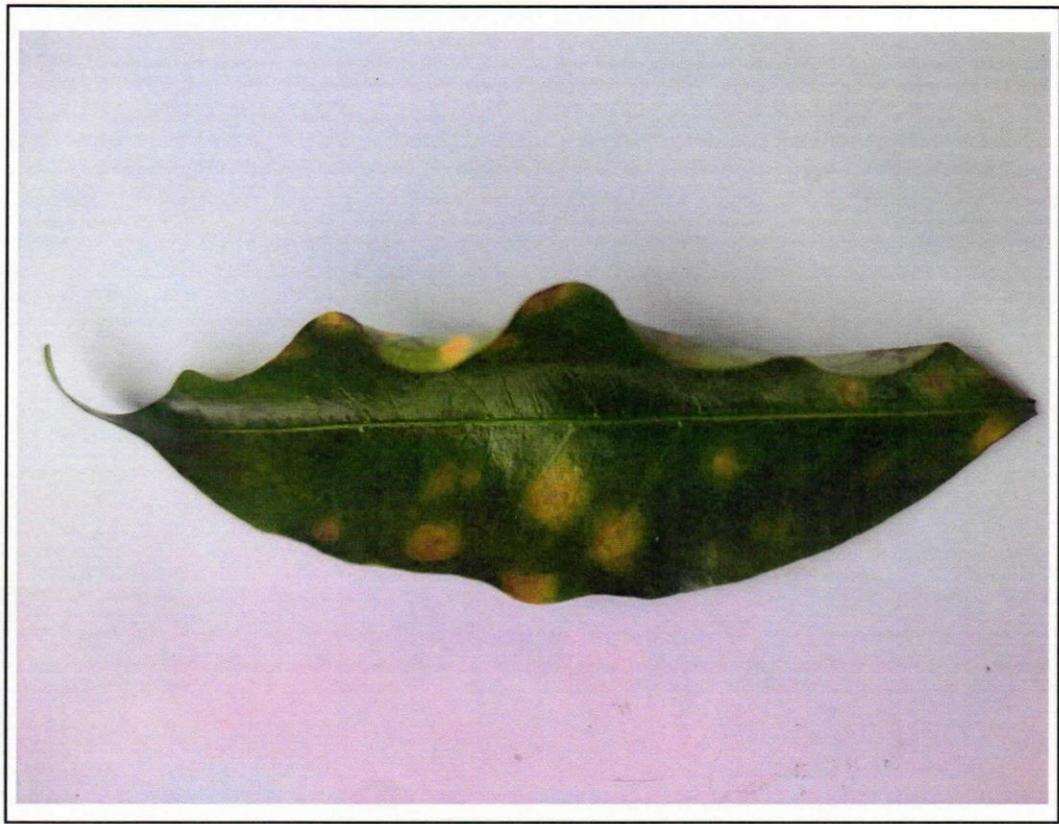
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
 CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 36



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856



ROISEL CENTENO C.
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTACIÓN
CIP N° 17928

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

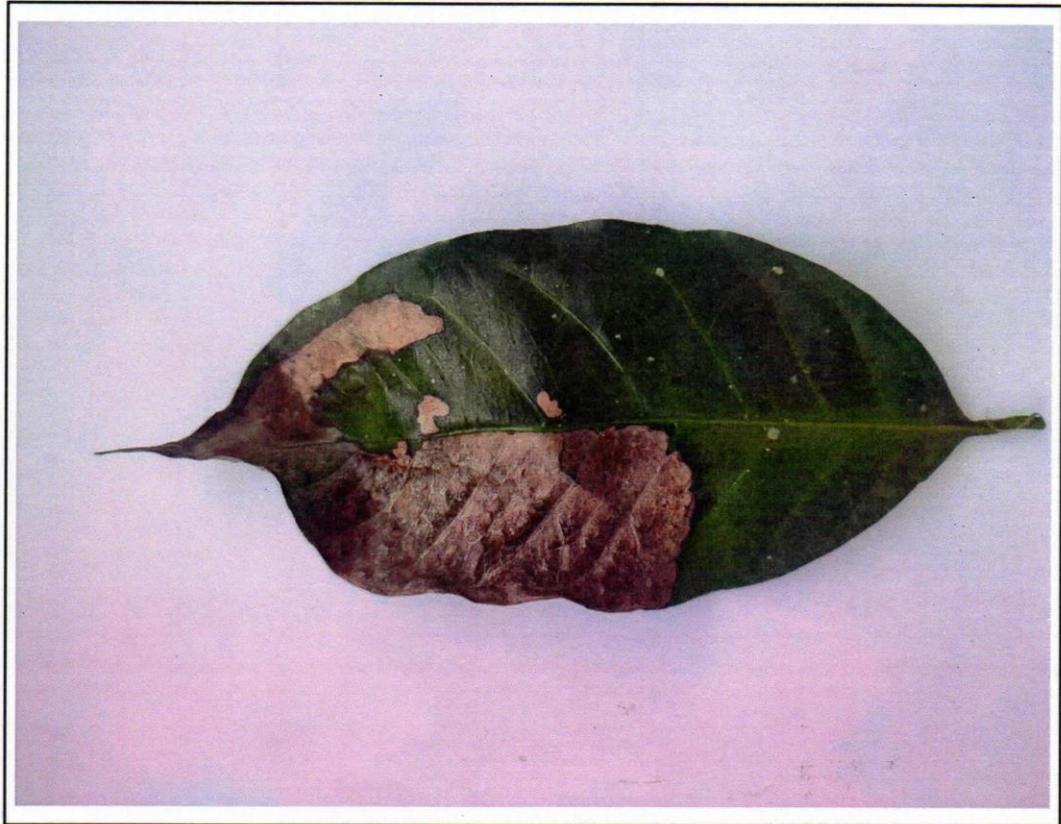
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 37



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189858



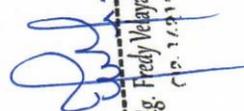

ROISER CENTENO CACI
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Valeros
CIP. 1119177

LISTA DE COTEJO

Hoja 40



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 18985



ROISER CERVERO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Freddy Velazquez Valerios
Ing. Mg.
CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 38



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189956

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 41



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Hualpa Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 10005A



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

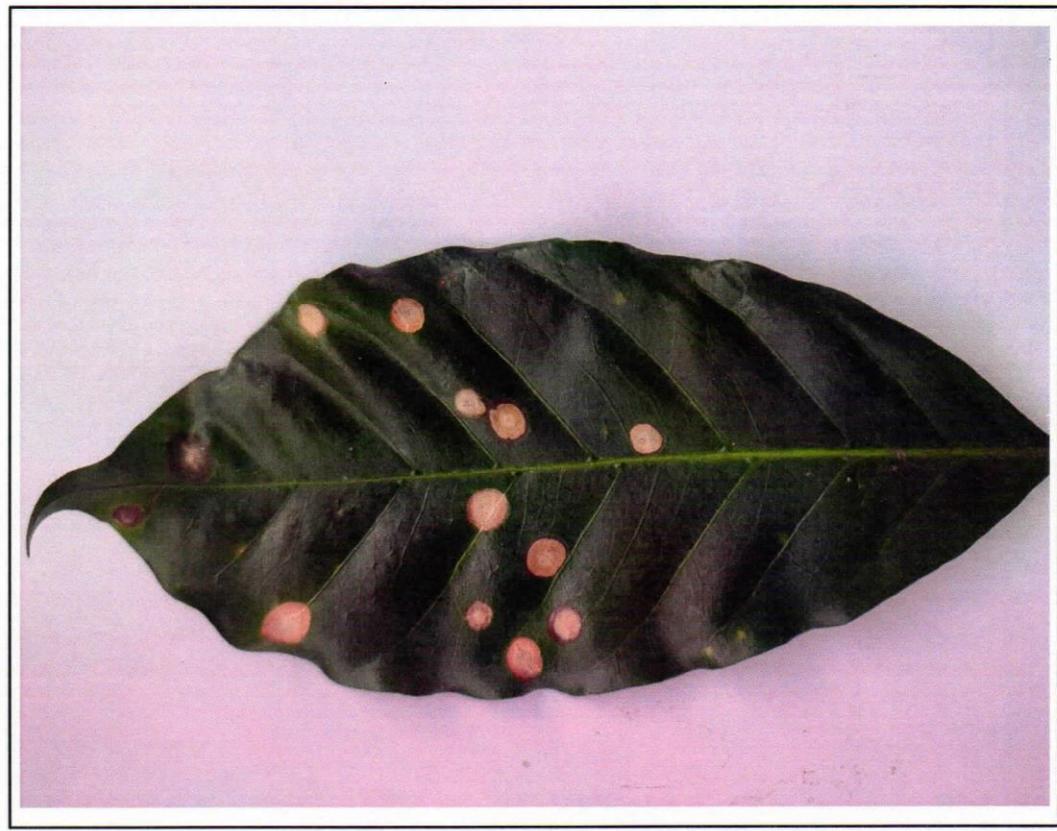
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Fredy Velayarce Vallejos
CIP: 68173

LISTA DE COTEJO

Hoja 43



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar-Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 189956



ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallegos
 CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 44



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189656



ROISER CERVERO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Valayace Vallegos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 45



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 46



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 180656

ROISER CENTEMO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 86



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188855



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velayazco Vallejos
CIP 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 39



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Emer Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP: 188856




ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
 CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 57



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 87



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189956




ROLANDO VELAZQUEZ
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez
Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 52



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 189956



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

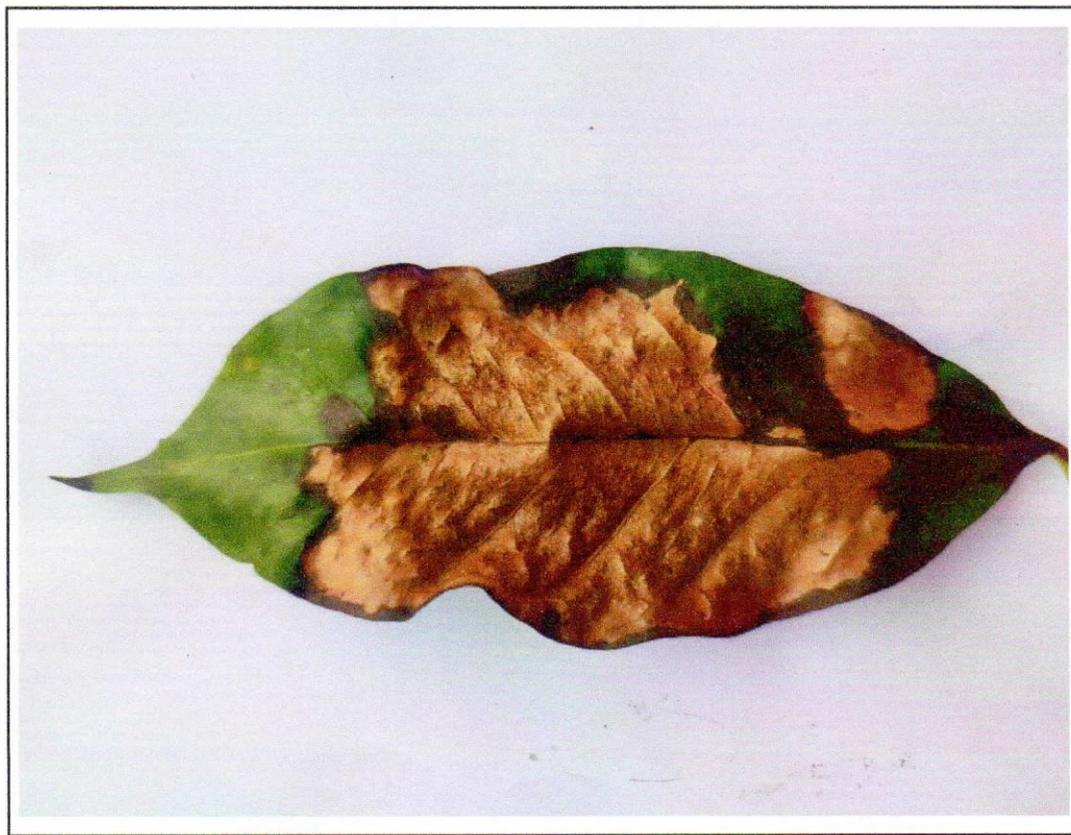
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Fray Velez
Vallejos
CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 94



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188856

[Handwritten signature]



ROISER CENTENO CACH
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

[Handwritten signature]

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Valles
CIP 168123

[Handwritten signature]

LISTA DE COTEJO

Hoja 88



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 188858

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Valletos
CIP: 168123

ROISER CENTENO CACI
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 76



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eymerhuamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 169856

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Valles
CIP: 169123

EX-CENTENO CACHAY
CENTRO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eymar Huagán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856







ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283


Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 91



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor-Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 189956



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Valjeos
CIP: 168123





LISTA DE COTEJO

Hoja 92



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP: 189856



ROISER CENTRO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejós
 CIP: 168123

LISTA DE COTEJO



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 180856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE CÓMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velaarce Vallegos
CIP 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 90



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eduardo
Eduardo Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 199855

Roy



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Fredy
Ing. Mg. Fredy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 75



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 159656



Roiser Centeno Cachay
INGENIERO DE SISTEMAS
DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Fredy Velayarce Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 85



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 199854



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

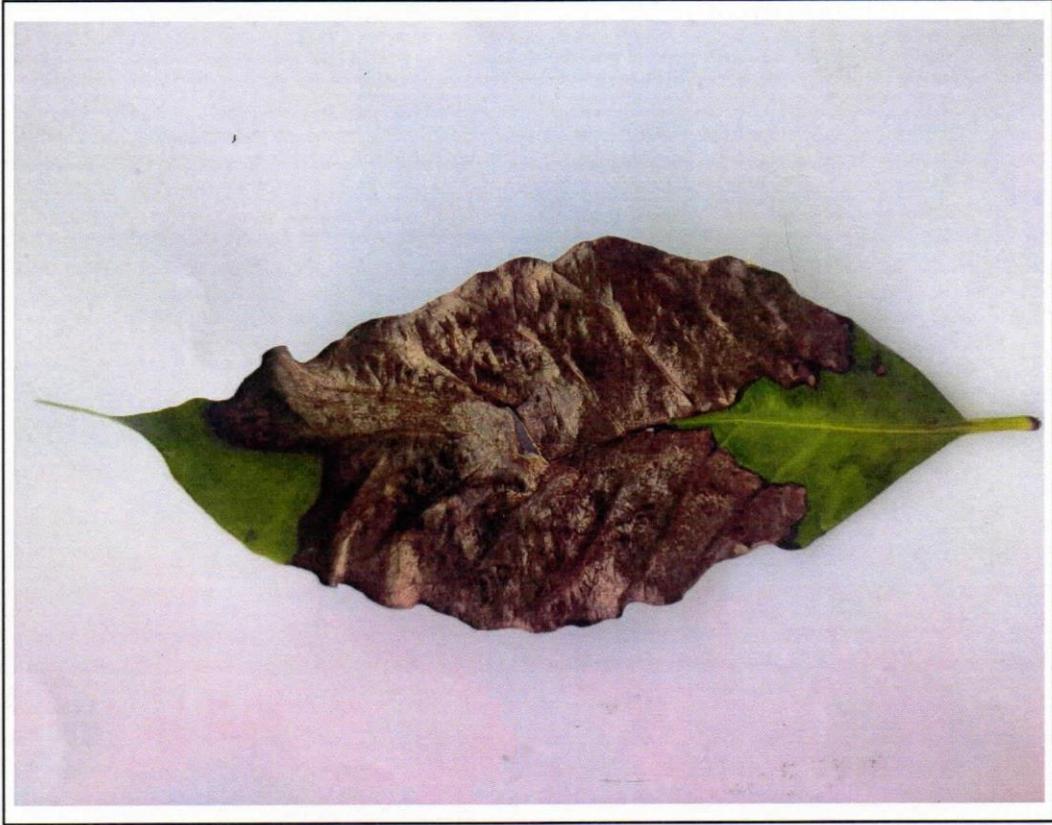
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Frady Velazquez
Vallejos
CIP 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 84



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eyné Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858

ROISER CENTRO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

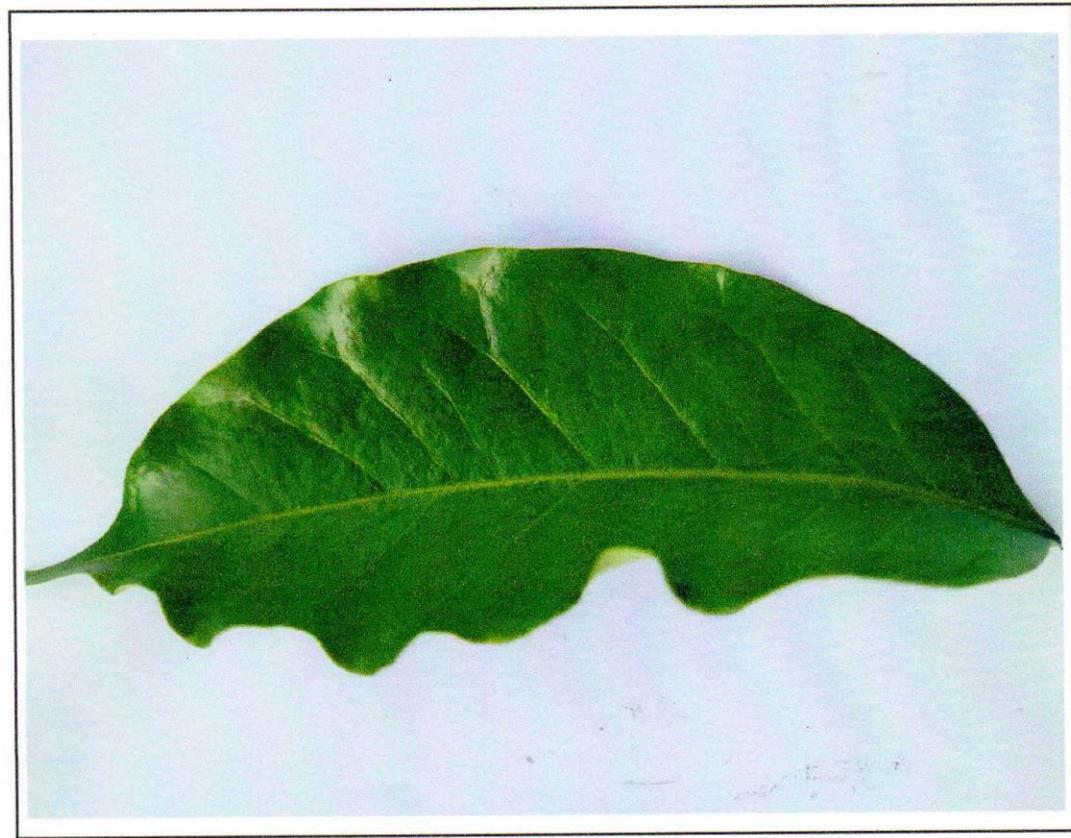
RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 56



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Emyer Huaman Huaman
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 188858




ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 83



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858



Roiser Centeno Cachay
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velayrce Vallejos
CIP: 188123

LISTA DE COTEJO

Hoja 60



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 188858

ROIBER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

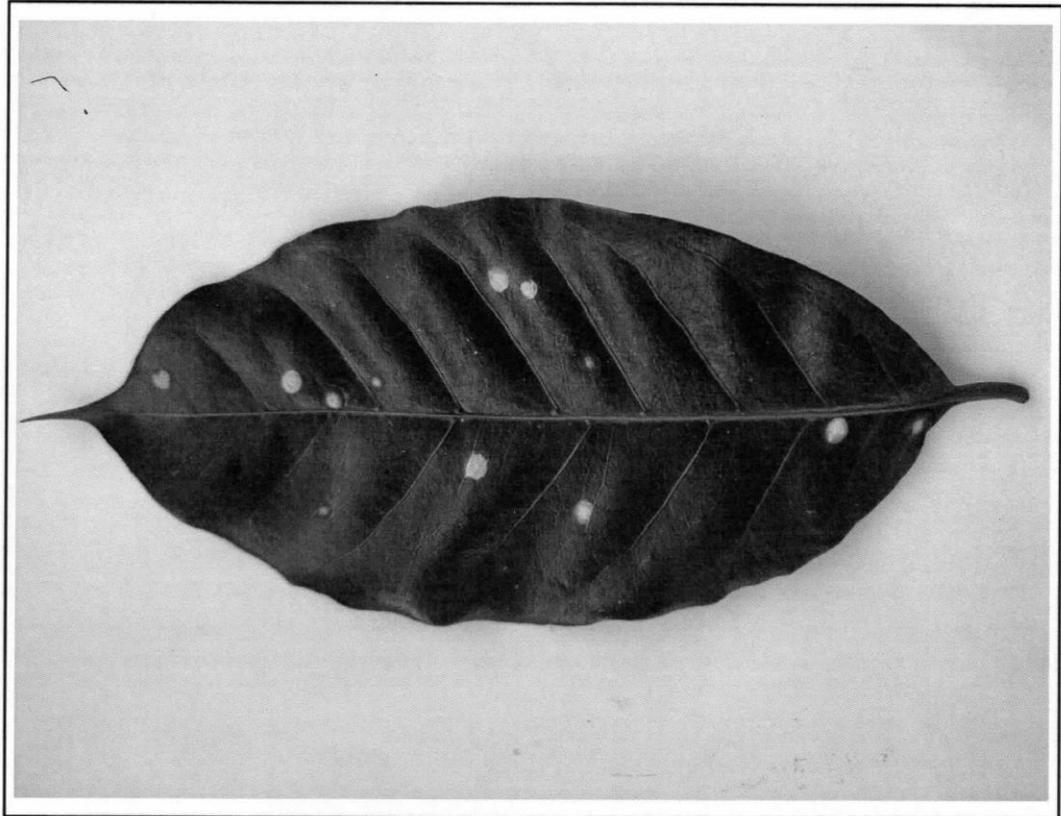
RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 82.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eynel Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856



ROJASER CERVINO CACHA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N.º 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velez Velez
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 81



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 18885



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP: 168123



ROISER CENITENO CACHA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 80



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
CIP N° 199854




ROISER CENTRO CACHÁ
INGENIERO DE SISTEMA
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




Ing. Mg. Freddy Velayrace Vallajos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 79



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eloy Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 199854

ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
 CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 78



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eynel Huaman Huaman
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 199856







ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

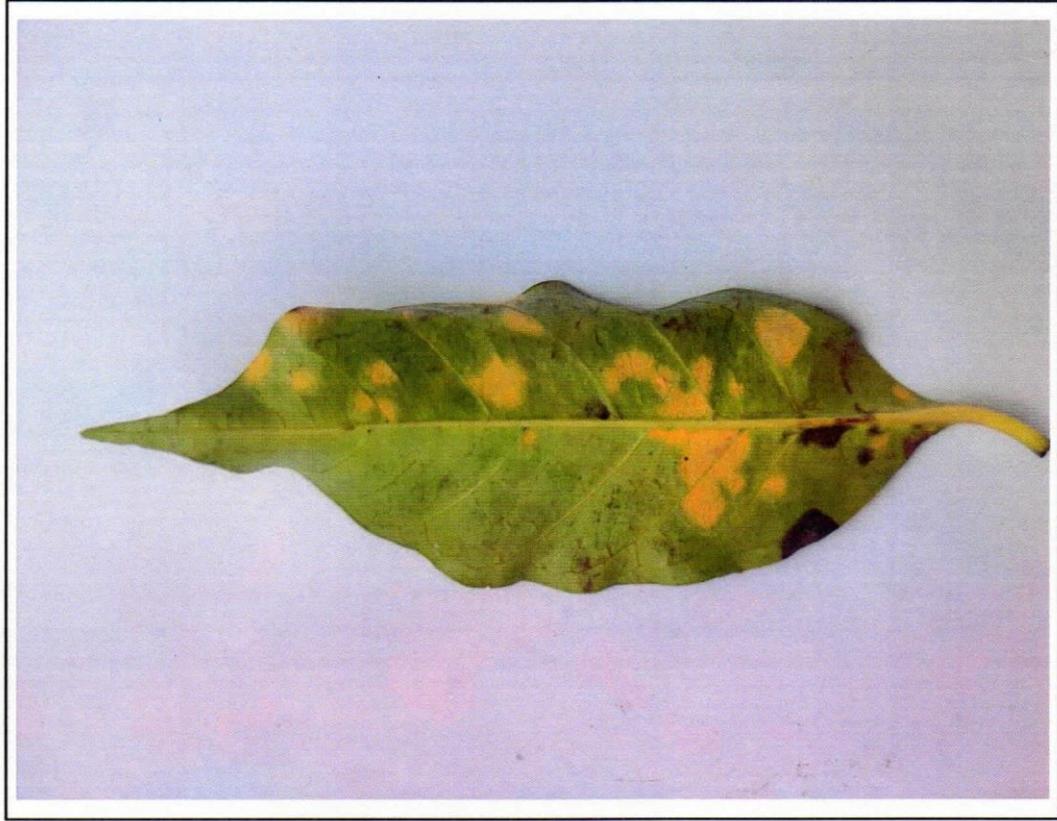
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




 Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejós
 CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 77



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eyher Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856

Eyher Huamán Huamán



ROISER/CENTEÑO CA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 17928

Roiser Centeno

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez
CIP. 168123

Freddy Velazquez

LISTA DE COTEJO

Hoja 74



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 169656



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 73



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100850

ROISER CENTENO ZACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 72



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


Eymar Huamán Huamán
 Ing. Agrónomo
 Reg. CIP. 188858




ROISER CENTENO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


 Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
 CIP: 168123



LISTA DE COTEJO

Hoja 71



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE CÓMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 70



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100056

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

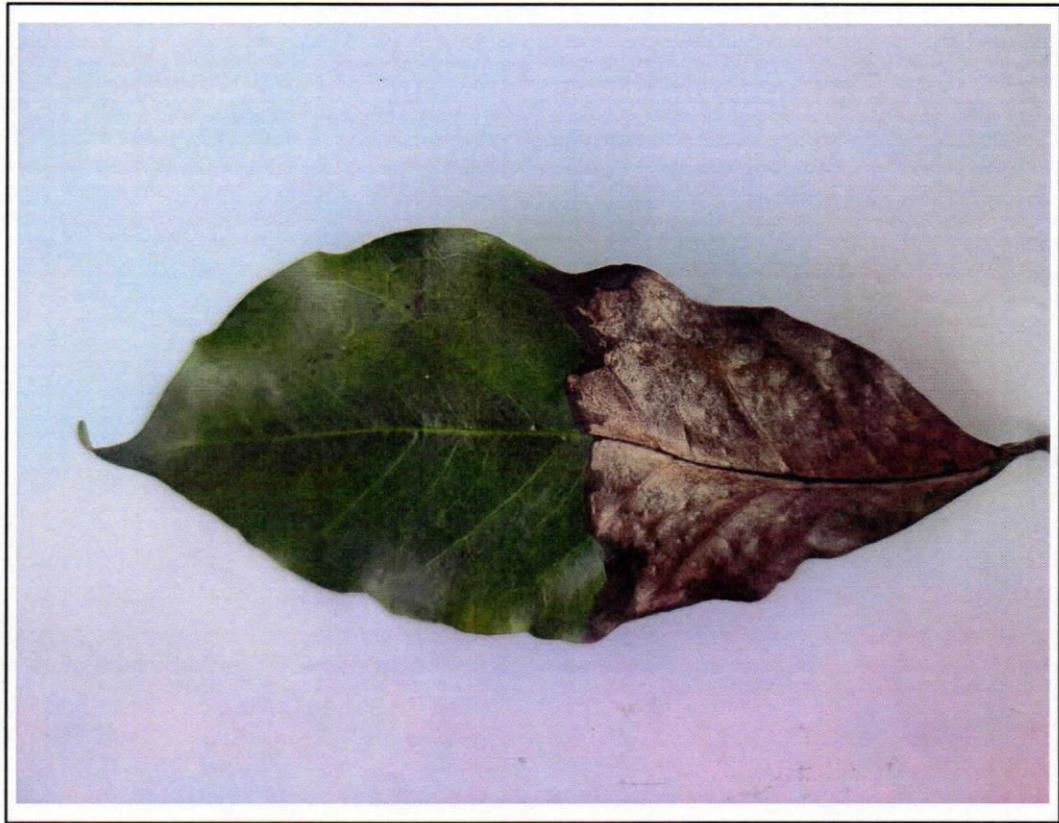
RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 69



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189958

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 68.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 168856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynel Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Res. CIP. 189956

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejós
CIP: 168123

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

Hoja 67

LISTA DE COTEJO



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana


 Eynor Huamán Huamán
 Ing. Agronomo
 Reg. CIP: 189858







ROISER CENTEÑO CACHAY
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Y DE COMPUTO
 CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana




 Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
 CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 50.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eynat Huamán
Eynat-Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP: 180656

Rg



ROIBER CENTENO CACHA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Fredy
Ing. Mg. Fredy Velazquez Vallegos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 66



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

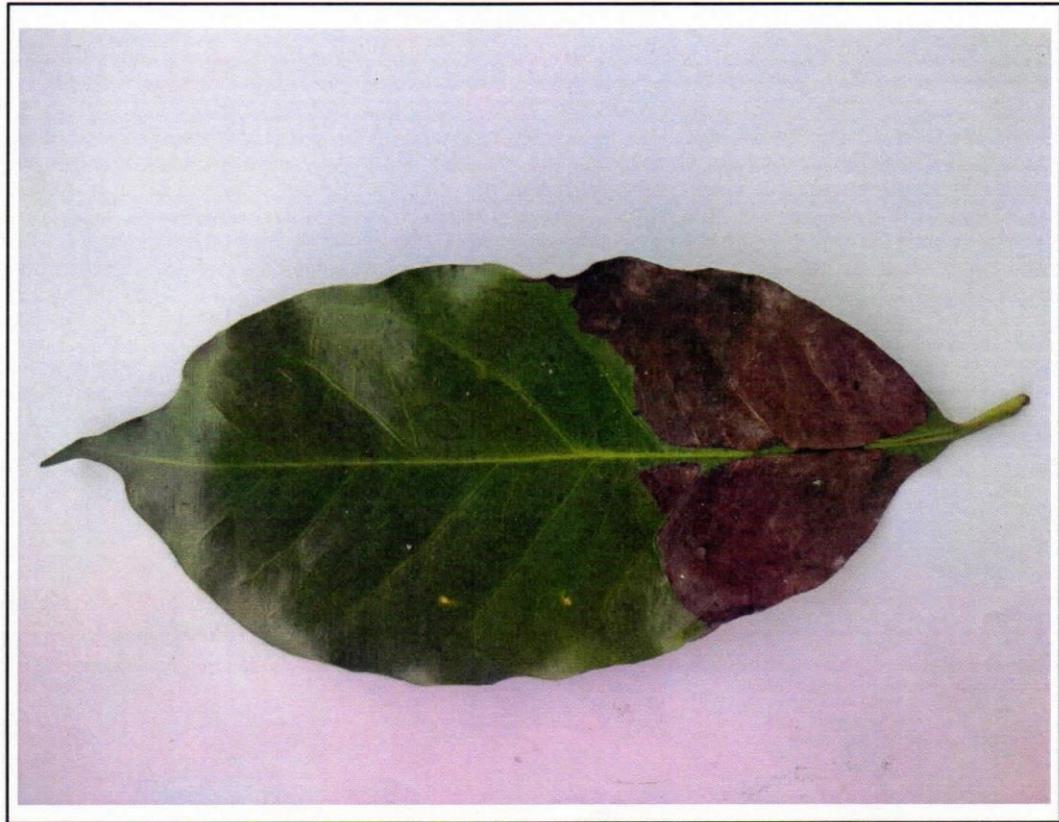
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Valjeos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 65



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynat Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189858

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Fredy Velayarce Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 64



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejós
CIP. 168123

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 63



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Eyner Huamán Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP: 189956

Roiser Centeno Cachay



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Fredy Velazquez Vallejos
Ing. Mg. Fredy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 61



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. Cif. 189856



Roser Centeno Cachua
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallecjos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 59



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eynor Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 100958



Roger Centeno Cachay
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

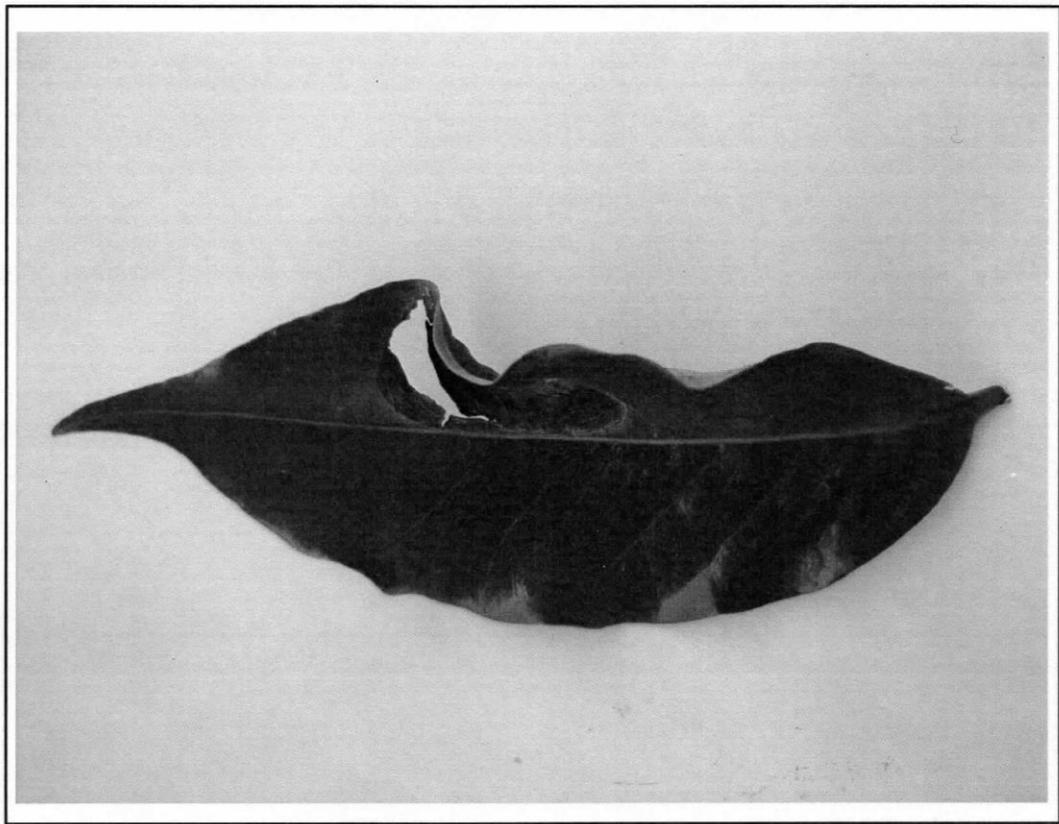
- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Freddy Melayarce Vallejos
Ing. Mg.
CIP: 148123

LISTA DE COTEJO

Hoja 58.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 100036

ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168143

LISTA DE COTEJO

Hoja 54



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



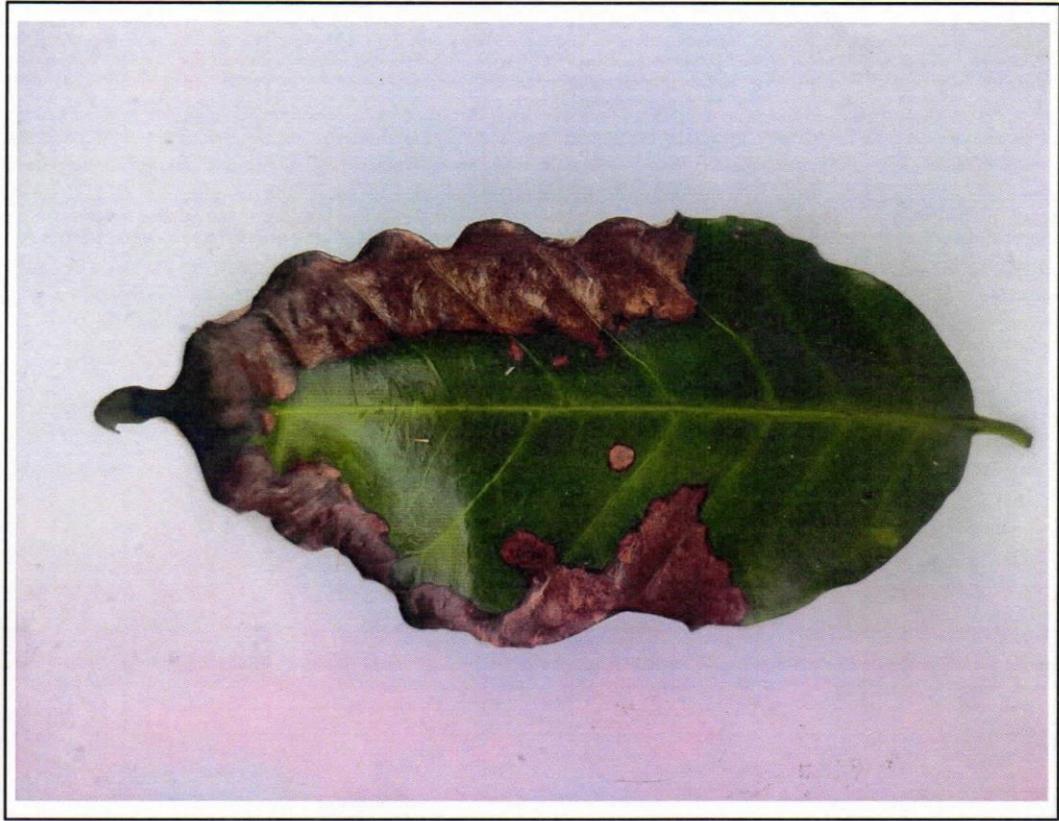
ROISER CENTENO CACHA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallegos
CIP. 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 53



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymor Nuaman Huamán
Ing. Agronomo
Reg. CIP. 189856

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayarce Vallejos
CIP. 168123

ROYER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

LISTA DE COTEJO

Hoja 51



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189858



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Ing. Mg. Freddy Velayoz Vallegos
CIP. 168129



ROISER CENTENO CA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP. N° 17928

LISTA DE COTEJO

Hoja 49



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Emyer Huamán Hiramán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 199956



ROISER CENTENO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
/ CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 48.



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189856



ROIVER CERVERA
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTACIONES
CIP/Nº 175



RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Vela
CIP: 168123

LISTA DE COTEJO

Hoja 47



RESULTADOS DE LOS EXPERTOS:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana

Eymar Huamán Huamán
Ing. Agrónomo
Reg. CIP. 189858



ROISA CENTRO CACHAY
INGENIERO DE SISTEMAS
Y DE COMPUTO
CIP N° 179283

RESULTADOS DEL SOFTWARE:

- Antracnosis
- Ojo de gallo
- Roya
- Hoja sana



Ing. Mg. Freddy Velazquez Vallejos
CIP. 148123