

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN
ESTRUCTURA DE TESIS DE LA
MAESTRÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

PRELIMINARES



“Sistema Experto Café Contigo”

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
TEZIUTLÁN**

TESIS



Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**Maestría en Sistemas
Computacionales**

Alumnos:

Juan Fernando Guerrero Flores

Número de control:

19TE0021P

ASESOR (A):

RAÚL MORA REYES



Teziutlán, Puebla; junio 2021

“ La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

Agradecimientos (Al ITST, Asesores)

Con un profundo agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Institución que me vio nacer como Ingeniero y actualmente me permite egresar en nivel Maestría, siendo un profesionalista mejor preparado y contribuyente en el objetivo de ser agente de cambio.

A mi institución gracias por sus procesos y docentes que me dieron la formación necesaria para desarrollar mi proyecto de investigación.

A mi directo de Tesis el Maestro Raúl Mora Reyes por sus contribuciones, acompañamiento y atención a lo largo del proceso de investigación. Por su profesionalismo entusiasmo en la labor de asesor y mentor.

Gracias por las lecciones y enseñanzas que fortalecieron mi desarrollo profesional y alentaron a la búsqueda de resultado tangibles.

A mis asesores gracias por sus aportaciones y su visión analítica y objetiva para el desarrollo del alcance y estructura del presente proyecto de investigación.

Gracias por brindarme el apoyo acompañamiento para concluir satisfactoriamente esta investigación.

Dedicatoria (Personal)

El presente proyecto de investigación tiene una dedicatoria especial a mi esposa Angélica, ya que si no fuera gracias a su tenacidad, dedicación, motivación y compromiso este proyecto no habría sido posible desarrollar.

Gracias por todo el apoyo incondicional y todas esas palabras que me alentaron a seguir adelante y concluir el presente documento de investigación.

Gracias por ser mi compañera, mi amiga, mi colaboradora y mi asesora.

Gracias a mi amigo "Paquito" quien a través de su entusiasmo, inteligencia y acompañamiento en el desarrollo del Sistema Experto el presente documento de investigación no existiría.

Resumen

A lo largo de la historia de la agricultura siempre ha prevalecido la innovación y el desarrollo tecnológico a fin de optimizar los recursos disponibles y fortalecer las unidades productivas de los trabajadores del campo y del incremento de la capacidad alimentaria del planeta. Desde el uso de herramientas rudimentarias en la antigua Mesopotamia hasta el análisis de Telemetría de la agricultura de precisión que prevalece en denominada Agricultura 4.0 de actualidad, la determinación y el ahínco por el mejoramiento y el incremento económico siempre ha motivado a las civilizaciones a reinventarse y preservar la productividad agrícola.

En la actualidad algunos sectores agrícolas de México han presentado un rezago cultural, productivo, económico y tecnológico. Hablando específicamente del cultivo de café, siendo este uno de los principales ingresos de los agricultores mexicanos de la región Sur-Sureste del país.

Las pocas posibilidades de mejorar la calidad de vida los caficultores de la región Sur-Sureste de México hablando específicamente de la localidad de El Mohón, perteneciente al municipio de Hueytamalco, Puebla maximizan el grado de vulnerabilidad y marginación de los mismos, deteriorando su calidad de vida e impidiendo el desarrollo económico de la región.

Aprovechando la aceleración exponencial que tuvo la generación de las tecnologías de información en los últimos 5 años se ha planteado en el presente documento de investigación el desarrollo y puesta en marcha de un Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de la Roya de Café, esto con la finalidad de identificar

las necesidades de los caficultores y analizar la posibilidad de incrementar el nivel de conocimiento de los mismos hacia el incremento de la productividad cafetalera mediante el uso de las tecnologías de información.

Si bien esto representa un reto tanto de adopción como de implementación, la esperanza está sustentada en que si se logra incrementar el nivel de conocimiento de los caficultores en el manejo de la roya de café a través del uso de un sistema Experto de reconocimiento de patrones, esto acortaría la brecha actual entre la caficultura y el desarrollo tecnológico de tecnologías de información, lo que potenciaría el incremento de la productividad y por ende la económica y calidad de vida de los caficultores de la región de El Mohón.

Finalmente, de ser factible la adopción del sistema experto esto reducirá el nivel de vulnerabilidad de los caficultores, con esto se contribuirá con el Objetivo número 1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU cuyo objetivo es Fin de la Pobreza.

Abstract

Throughout the history of agriculture, innovation and technological development have always prevailed in order to optimize available resources and strengthen the productive units of farm workers and increase the planet's food capacity. From the use of rudimentary tools in ancient Mesopotamia to the Telemetry analysis of precision agriculture that prevails in today's so-called Agriculture 4.0, determination and drive for improvement and economic growth has always motivated civilizations to reinvent themselves and preserve agricultural productivity.

At present, some agricultural sectors in Mexico have presented a cultural, productive, economic and technological lag. Speaking specifically of the cultivation of coffee, this being one of the main income of Mexican farmers in the region Sur-Sureste of the country.

The few possibilities of improving the quality of life of coffee growers in the region Sur-Sureste of Mexico, speaking specifically of the town of El Mohón, Hueytamalco, Puebla, maximize their degree of vulnerability and marginalization, deteriorating their quality of life. and impeding the economic development of the region.

Taking advantage of the exponential acceleration that the generation of information technologies had in the last 5 years, the development and implementation of an Expert System for the recognition of patterns of Roya del Café has been proposed in this research document, this with The purpose of identifying the needs of coffee growers and analyzing the possibility of increasing their level of knowledge towards increasing coffee productivity through the use of information technologies.

Although this represents a challenge for both adoption and implementation, the hope is based on that if it is possible to increase the level of knowledge of coffee farmers in the management of *Roya del Café* through the use of an Expert pattern recognition system This would shorten the current gap between coffee growing and the technological development of information technologies, which would enhance the increase in productivity and therefore the economic and quality of life of coffee growers in the El Mohón region.

Finally, if the adoption of the expert system is feasible, this will reduce the level of vulnerability of coffee growers, with this it will contribute to Goal number 1 of the UN Sustainable Development Goals whose objective is the *Fin de la Pobreza*.

Introducción

En México la Caficultura es una actividad agrícola que predomina en los estados de Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Puebla cuyo impacto Social, Económico y Ambiental es crucial para los sectores más vulnerables del país. Es importante considerar que productores, jornaleros, operadores de beneficios, obreros de industrias, empleados de cafeterías, participantes en la comercialización y sus familias convergen en actividades cotidianas dedicadas a la Caficultura y que cada una de esas actividades repercuten de forma importante en el PIB nacional. (Café, 2011)

Sin embargo, en las últimas décadas las condiciones de volatilidad de los precios en el mercado bursátil han dejado en desventaja al sector cafetalero nacional lo que ha arrojado una reestructuración en la cadena de valor. Los volúmenes que se comercializan actualmente de café de especialidad, principalmente orgánicos y de comercio justo son demasiado bajos. Un reflejo del retraso en la tecnología utilizada es la disminución de los rendimientos hasta ubicarse en los 7.01 Qq/ha. (Café, 2011)

México ocupa el séptimo lugar en producción, después de Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, India y Etiopía con una participación de los últimos años de poco más de 4 millones de sacos.

Por otro lado, el estado de Puebla es el 3er estado productor de café, el 75% se destina a la exportación, principalmente de calidad prima lavado y alturas con valores estimados de \$1'400,000.00. Actualmente la producción de Café en Puebla

se extiende a 55 municipios agrupados en tres regiones conocidas como Sierra Norte, Sierra Nororiental y Sierra Negra. (Café, 2011)

Como dato fundamental se presentan las estadísticas desarrolladas por el Sistema Producto Café de Puebla en colaboración con SAGARPA y la Universidad Autónoma de Chapingo. (Café, 2011)

67,037 hectáreas con café.

48,871 productores.

55 municipios, 625 comunidades.

26,784 productores Indígenas (59% del Total).

Se beneficia a 199 mil personas que gracias a la Caficultura tiene un sustento familiar. (Café, 2011)

Las zonas cafetaleras están ligadas a las zonas con mayor pobreza y marginación.

Puebla es el 3er estado más pobre de México.

Cafetales en mal estado, suelos agotados, falta de renovación de cafetales y caída de la producción. Solo el 25% de los cafetales por cada hectárea están sanos y son productivos. (Café, 2011)

Cambio climático en las regiones cafetaleras, climas cada vez más extremo que han ocasionado daños a la calidad de café.

Disminución de volúmenes de cosecha por heladas y sequias.

Incrementos de costos de producción y menor rentabilidad por hectárea.

Aunado a esto la representación geográfica de los productores hace referencia a que el 97% de los productores de café poseen menos de 3 hectáreas, el 70% de los productores son hombres, el analfabetismo alcanza el 46%, el núcleo familiar promedio es de 7 integrantes y el acceso a la educación básica es del 82%. (Café, 2011)

Particularmente en la Sierra del Nororiental existen aproximadamente 19,735 productores, con una superficie de 37,213 Hectáreas comprendidas en 26,409 predios. (Café, 2011)

Con estos datos y desarrollando un análisis general de la producción cafetalera se muestra el siguiente planteamiento financiero.

Rendimiento por Hectárea	7.01 Qq
Costos de Producción por Hectárea	\$ 3,000.00
Precio por Qq de Café Cereza	\$ 1,250.00
Ventas Totales	\$ 8,762.50
Utilidad Promedio por Hectárea	\$ 5,762.50

De acuerdo con la situación financiera actual y considerando la media básica en el estado de Puebla un productor con 3 hectáreas percibirá un ingreso medio anual de \$17,287.50, mismo que traducido a un ingreso mensual es de \$1,440.63, esto

representa un ingreso diario de \$48.02 pesos diarios, mismo que se utiliza para sostener una familia promedio de 7 integrantes. (Café, 2011)

Índice General

Contenido

Agradecimientos (Al ITST, Asesores)	4
Dedicatoria (Personal)	5
Resumen	6
Abstract	8
Introducción	10
Índice General	14
Cartas De Aceptación	17
CAPÍTULO I	18
GENERALIDADES DEL PROYECTO	18
1.1. Planteamiento del Problema	20
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo General	22
1.2.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Justificación	23
CAPÍTULO II	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1.1. El cultivo de Café	28
2.1.1.1. Buenas prácticas Agrícolas en el Cultivo de Café	28
2.1.1.2. Principales Plagas y Enfermedades	30
2.1.1.3. Roya de Café	30
2.1.1.4. Manejo Integrado de la Roya de Café	31
2.1.2. Sistemas Expertos de Reconocimiento de Patrones	32
2.1.2.1. Servicio Azure Cognitive Service	32
2.1.2.2. Aplicaciones para Dispositivos Android	33
2.2. Estado del Arte	34
2.2.1. Antecedentes	34
CAPÍTULO III	48

DESARROLLO Y METODOLOGÍA	48
3.1. Propuesta Tecnológica (Prototipo)	49
3.2. Descripción de Casos de Uso	54
3.2.1. Caso de uso 1: Consulta de Plagas	54
3.2.2. Caso de uso 2: Consulta Problemas Enfermedades	58
3.3. Metodología de Desarrollo	63
3.4. Alcances	70
3.5. Limitaciones	70
3.6. Pregunta de Hipótesis	71
3.7. Hipótesis y determinación de variables	71
3.7.1. Hipótesis	71
3.8. Metodología de la Investigación	72
3.8.1.1. Cuestionario de Datos Generales	75
3.8.1.2. Cuestionario de Datos Específicos	76
3.9. Análisis de Datos	89
CAPÍTULO IV	97
RESULTADOS	97
4.1. Selección de Pruebas Estadísticas	98
4.2. Realización de Análisis (Interpretación)	116
4.3. Comprobación de la Hipótesis	122
CAPÍTULO V	128
CONCLUSIONES	128
5.1. Resultados y Conclusiones	129
CAPÍTULO VI	134
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	134
CAPÍTULO VII	136
FUENTES DE INFORMACIÓN	136
Bibliografía	137
CAPÍTULO VIII	140
ANEXOS	140
Índice de Tablas	142

Índice de Ilustraciones	143
--------------------------------------	-----

Cartas De Aceptación

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del Problema

La Caficultura en México figura como el primer lugar en exportaciones como producto individual, así mismo en las regiones productoras de café el 99% de la superficie se cultiva bajo sombra considerando un universo nacional 504,372 productores con una superficie de producción de 688,717 Hectáreas cuyas características de producción se encuentran situadas en zonas montañosas cuyos beneficios que aportan dichas fincas cafetaleras en cuanto a captura de carbono y agua, conservación de suelos y de la biodiversidad, son invaluable. (Café, 2011)

Actualmente el café mexicano enfrenta grandes retos producción, resultado de un abandono progresivo de instituciones de investigación y gubernamentales. Considerando que el cultivo es parte fundamental de la economía de miles de familias que se encuentran en pobreza extrema en la región sur-sureste del país es indispensable atender los problemas de carácter fitosanitario que actualmente presenta este cultivo.

Adicionalmente a esto en aspectos relacionados con labores productivas enfocadas a la fertilización de las parcelas productivas en el estado solamente el 12.7% de los productores aplican fertilizante a los cafetos y el resto solo los mantiene nutridos con lo que la sombra y la propia tierra les puede aportar.

De acuerdo con la situación financiera actual de la producción de café y considerando la media básica en el estado de Puebla. Un productor con 3 hectáreas percibe un ingreso medio anual de \$17,287.50, mismo que traducido a un ingreso mensual es

de \$1,440.63, esto representa un ingreso diario de \$48.02 pesos, mismo que se utiliza para sostener una familia promedio de 7 integrantes.

Esta condición refleja problemas extremos de pobreza de miles de familias mexicanas que se dedican a la producción de café gracias a un rezago comercial y tecnológico desde 1988 con la desaparición del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), institución que favorecía la producción tecnológica de variedades resistentes a plagas y enfermedades, nutrición y comercialización.

Actualmente los productores de café se enfrentan a graves problemas productivos y financieros puesto que la caficultura se encuentra abandonada por parte de industrias transformadoras del producto e instituciones gubernamentales. Adicional a esto en materia de producción una enfermedad denominada Roya del Café (*Hemileia Vastatrix*) ha mermado en gran medida las superficies productoras de país.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Incrementar en un 20% el conocimiento de los caficultores en el manejo integrado de roya de café, con relación a la línea base del año 2019 a través del manejo fitosanitario de la roya del café mediante el uso de un Sistema Experto con el fin de orientar a los caficultores sobre el manejo y control.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Desarrollar el Estado del Arte de la problemática de la Roya del Café en la localidad de El Mohón, Hueytamalco, Puebla.
2. Desarrollar un Sistema Experto para el reconocimiento de Roya de Café en Plantas de Café.
3. Entrenar el Sistema Experto a través de Servicios Cognitivos para el reconocimiento de Roya de Café.
4. Desarrollar la aplicación móvil de acompañamiento técnico a Caficultores.
5. Implantar la aplicación móvil en la población objetivo a través de la colaboración de la agroindustria comercializadora.
6. Establecer los indicadores cuantitativos que permitan medir los resultados obtenidos de la interacción de los Caficultor con el Sistema Experto.
7. Comprobar el impacto que tuvo la aplicación en el incremento de la productividad por unidad de producción en la localidad de El Mohón, Hueytamalco, Puebla.

1.3. Justificación

Actualmente la productividad de los cafetales mexicanos ha caído dramáticamente puesto que a finales de la década de los 80's la media de producción de hectárea de café era de aproximadamente 60 quintales, actualmente no supera los 7.01 quintales por hectárea, esto representa aproximadamente el 11% de la producción que se tenía hace 30 años en la misma cantidad de superficie productora de café.

Actualmente las empresas agroindustriales se ven en problemas de carácter comercial ya que, al escanear la producción en México, los mercados internacionales se desplazan hacia Centro y Sudamérica y países de Asia y África, migrando la economía y el trabajo a otros países.

Una de las principales preguntas que se deben plantear es ¿Qué factores llevaron a la caficultura mexicana a estos parámetros de producción tan bajos?

Ciertamente un factor fundamental ha sido el abandono agronómico de las regiones cafetaleras. Difícilmente un Caficultor puede tener acceso al pago de servicios de carácter técnico-agronómicos y las agroindustrias ven comprometidas sus utilidades en un segmento altamente competido por industrias de todo el mundo.

En estricto sentido la asistencia técnica juega un papel importante en el desarrollo productivo de cualquier económica, para el caso de café no es la excepción.

Actualmente con los avances tecnológicos y la llegada años atrás de las tecnologías de información, estas se han vuelto de dominio público, sin embargo, el impacto que este ha tenido en el desarrollo económico no ha sido el adecuado he ahí la importancia de preguntarse ¿Qué tan conveniente es la presente investigación?

En respuesta a esta pregunta se considera que el uso de las tecnologías de información a través de la interacción de los caficultores con una aplicación móvil permitiría acercar el conocimiento general para la resolución de problemas de carácter productivo en cafetales de modo que el Caficultor en primera instancia no necesitara de un asesor técnico presencial para poder establecer una medida contingente para la preservación e incremento de la productividad.

Así mismo es importante hacer énfasis en ¿Cuál será el impacto económico que representará la implementación de dicha aplicación para el incremento de la productividad?

Con la llegada de la aplicación móvil a la región cafetalera en cuestión y con la interacción de los caficultores con dicha aplicación, se considera que es posible incrementar aproximadamente entre un 10 y un 25% la producción por hectárea, esto considerando que algunos problemas de carácter productivo son ocasionados por un mal manejo y control de actividades en las unidades de producción.

¿Cómo impacta la implementación de la aplicación móvil en la economía de las agroindustrias?

Se considera tener como principal objeto de investigación a las agroindustrias, puesto que estas tienen captado al universo de atención, de acuerdo a las necesidades de calidad que el mercado demanda, la agroindustria es capaz de acondicionar las características del producto a sus necesidades y así potencializar el impacto de la misma.

De cierto modo la implementación de aplicación móvil para el acompañamiento técnico a caficultores permitirá aterrizar nuevas técnicas de producción que mejoren los rendimientos por hectárea e incrementen la calidad de vida de las personas que dependen económicamente del cultivo de café, en este sentido se puede responder a la pregunta ¿Cómo ayuda la presente investigación al desarrollo?

Finalmente, un aspecto que no se debe pasar por alto es el preguntarse ¿Cuál es la trascendencia real que tendrá la presente investigación?

La respuesta está soportada por la necesidad que tiene los caficultores de resolver sus problemáticas de manera eficiente, rentable, sustentable y de forma práctica. Las implementaciones de la Tecnología de Información permitirán acercar a los sectores más marginales del país a la era de la conectividad, rompiendo las barreras que hasta hace pocos años eran exploradas solo por unos cuantos que tenían acceso a la información.

En la actualidad la conectividad ha permitido unir continentes, es momento de implementar soluciones contundentes en los sectores más pobres del país y hacerlo a través del uso de estrategias que conlleven el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación.

Los retos son demasiado grandes ya que el universo de atención tiene un rango de edad de aproximadamente 35 a 70 años, esto presenta un gran reto para la incrustación de la tecnología de información en los sectores de atención prioritaria.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. El cultivo de Café

2.1.1.1. Buenas prácticas Agrícolas en el Cultivo de Café

Manejo de Arvenses

Las malas hierbas o maleza, como comúnmente se les conoce, son aquellas plantas que dificultan el crecimiento del café y compiten por nutrientes, luz y agua; reducen la calidad de la cosecha y de los rendimientos. El concepto de "malas hierbas" y la idea de "limpiar" suponen una estrategia ineficiente de agricultura, que ubica a la hierba como el origen del problema. El productor puede llevar a cabo diversas prácticas de manejo de arvenses y aplicar limpiezas selectivas que permitan conservar y propagar a las hierbas nobles, de acuerdo a las siguientes estrategias:

- Sembrar o trasplantar plantas benéficas y productivas;
- Propagar la semilla y tallos de hierbas nobles;
- Sembrar zacates y barreras vivas productivas.

Manejo de Tejido Productivo de Café

Es amplio el objetivo de la poda para favorecer el desarrollo de los cafetos, como la renovación de los tallos y ramas del cafeto para hacerlos más productivos, mantener adecuada relación entre cosecha y follaje, disminuir el efecto de bianualidad o alternancia productiva, eliminar tallos y ramas dañados por enfermedades y plagas, favorecer la entrada de luz y aire a la planta de café, corregir los daños causados por problemas del clima, como heladas, vientos, granizo y sequía, retirar los tallos y

ramas quebradas durante la cosecha, facilitar el corte al reducir el tamaño de los cafetos, facilitar el manejo de prácticas agrícolas, obtener una maduración más uniforme de la cosecha y mejorar la calidad física y sensorial del grano.

Manejo de Sombras

Los cafetales que se cultivan con sombra diversa se consideran como “amigables con la naturaleza” debido a que se contribuye a la conservación y a la protección de la biodiversidad.

Los cafetales con sombra aportan servicios ambientales al país y a la sociedad, la presencia de árboles en nuestros cafetales permite capturar carbono, considerado el principal contaminante producido por los vehículos y las industrias contaminantes de la ciudad, de esta forma, el bióxido de carbono (CO₂) es el principal causante del efecto de invernadero y del cambio climático en el mundo.

Nutrición y Fertilización

Los suelos cafetaleros mexicanos son muy variables por su origen, su composición física, química y biológica, su topografía, la acción erosiva y la lixiviación o pérdida de nutrientes por el agua de lluvia, las temperaturas a que están sometidos, la presencia de malezas y de otras plantas que viven asociadas al café y, finalmente el tipo de manejo que le da el propio Caficultor. En plantaciones a pleno sol o sin sombra, existe mayor exigencia de la planta por nutrientes.

El café necesita para todas sus funciones vitales (mayormente para el crecimiento y desarrollo fisiológico normales) de un suministro constante, suficiente y balanceado de elementos nutritivos o esenciales; si la deficiencia es grave, se presentan síntomas visibles como clorosis, deformación de las hojas, crecimiento raquítico, caída de hojas y muerte regresiva de la planta de tipo descendente (paloteo).

2.1.1.2.Principales Plagas y Enfermedades

La mayoría de las enfermedades más importantes del cafeto son el resultado de desequilibrios en el microambiente de la plantación (exceso de calor y humedad, falta de nutrientes en el suelo) que eventualmente se reflejan en la propia planta, alterando su estado fisiológico.

Entre las enfermedades que se consideran de mayor importancia por los daños que causan en las plantaciones cafetaleras están: roya anaranjada, ojo de gallo, antracnosis, requemo y mancha de hierro. En este capítulo haremos una revisión de las principales enfermedades que afectan al cafeto, la mayoría de ellas de tipo fungosas, y se harán recomendaciones para aplicar el manejo integrado.

2.1.1.3.Roya de Café

Características: Es la enfermedad del cafeto más importante a escala mundial desde 1981, ataca únicamente a las hojas. El hongo se disemina por diferentes medios como el viento, la lluvia, insectos y el hombre, entre otros.

Síntomas: Empiezan con manchas redondas muy pequeñas, de color amarillo claro en el envés, luego estas manchas o pústulas crecen rápidamente y se cubren de un polvo anaranjado formado por las esporas (semillas) del hongo. En el haz de las hojas, la posición de cada pústula se manifiesta como manchas amarillentas de igual tamaño y pueden mostrar muerte del tejido en lesiones viejas

Esta enfermedad es más severa en regiones cálidas y lluviosas, cuando se producen ataques fuertes, ocurre la caída de las hojas, reduciendo el vigor general de la planta, la producción futura y la maduración se vuelve irregular.

2.1.1.4. Manejo Integrado de la Roya de Café

Control: Tiene que ser bajo un manejo integrado, a través del conocimiento del ciclo de la enfermedad y los factores que la favorecen. En zonas altas se hacen prácticas de manejo para la prevención; en zonas medias, es necesario combinar las prácticas culturales con la aplicación de un fungicida; y en zonas bajas es necesario establecer un programa de control químico preventivo y de prácticas culturales.

Control cultural. Las prácticas más importantes son:

- a) Podas. Las principales son las de formación y rejuvenecimiento por que eliminan una cantidad importante de tejido enfermo.
- b) Fertilización. Mantener las funciones nutrimentales de los cafetos en equilibrio y dependiendo de las condiciones del suelo y de la planta. Es necesario poner atención al potasio ya que este nutriente le confiere a la planta una mayor tolerancia a la roya y además favorece la producción.

- c) Regulación de sombra. El exceso de humedad favorece el desarrollo de la enfermedad y predispone a los cafetos a otras enfermedades. Al regular la sombra se favorece el incremento de la temperatura y la regulación de la humedad relativa, permitiendo una mayor luminosidad y ventilación, lo que restringe el avance de la roya en los cafetos.
- d) Deshijar. Se debe deshijar al menos una vez al año tanto en plantas podadas como en plantas viejas para evitar un autosombreado.
- e) Control genético. Es el uso de variedades tolerantes o resistentes al hongo, pueden ser materiales de alta producción como los catimores.
- f) Control químico. El fungicida preventivo más utilizado en el control químico de la roya es el oxiclورو de cobre, La utilización de este producto se da cuando la ocurrencia de la roya vaya en aumento y llegue a alcanzar niveles de infección que estén entre el 10 y el 15% o más.

2.1.2. Sistemas Expertos de Reconocimiento de Patrones

los sistemas expertos son programas o softwares que utilizan los principios de la inteligencia artificial, estos programas permiten desarrollar un análisis computacional y determinar niveles de confianza entre la identificación de patrones o principios programados.

2.1.2.1. Servicio Azure Cognitive Service

“Cognitive Services pone la inteligencia artificial al alcance de todos los desarrolladores, sin necesidad de que tengan conocimientos de aprendizaje automático. Basta con una llamada API para incorporar la capacidad de ver,

escuchar, hablar, buscar, comprender y acelerar la toma de decisiones en las aplicaciones. Permita que los desarrolladores de todos los niveles de conocimiento puedan agregar fácilmente características de inteligencia artificial a sus aplicaciones.”

2.1.2.2. Aplicaciones para Dispositivos Android

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece incluso más funciones que aumentan tu productividad cuando desarrollas apps para Android, como las siguientes:

Un sistema de compilación flexible basado en Gradle

Un emulador rápido y cargado de funciones

Un entorno unificado donde puedes desarrollar para todos los dispositivos Android

Aplicación de cambios para insertar cambios de código y recursos a la app en ejecución sin reiniciarla

Integración con GitHub y plantillas de código para ayudarte a compilar funciones de apps comunes y también importar código de muestra

Variedad de marcos de trabajo y herramientas de prueba

Herramientas de Lint para identificar problemas de rendimiento, usabilidad y compatibilidad de versiones, entre otros

Compatibilidad con C++ y NDK

Compatibilidad integrada con Google Cloud Platform, que facilita la integración con Google Cloud Messaging y App Engine

En esta página, encontrarás una introducción a las funciones básicas de Android Studio. Para acceder a un resumen de los cambios más recientes, consulta las notas de la versión de Android Studio.

2.2. Estado del Arte

2.2.1. Antecedentes

Las Tecnologías de la Información y Comunicación por sus siglas (TIC's) en la actualidad son de suma importancia puesto que han modificado de manera radical la resolución de problemas cotidianos basando en el internet de las cosas y la probabilidad del suceso de acontecimientos en un nicho en particular. La Informática y las Telecomunicaciones se puede considerar que son los principios y los pilares de las TIC's puesto que la información canalizada de forma virtual debe ser difundida a través de un medio ya sea Radio, Televisión y/o internet. La forma en que se difunde información actualmente es a través de redes denotando en los últimos 10 años el uso de redes a través de internet cuyas características gracias a la Reforma en Telecomunicación lo hace omnipresente en Computadoras y Smartphone y favorece a que se encuentre al alcance de cualquier persona en México, Facebook, Twitter y WhatsApp son el ejemplo de algunas de las aplicaciones de las TIC's en aplicaciones móviles.

Las aplicaciones móviles son de gran ayuda para sus usuarios puesto que son capaces de brindar información en tiempo real acerca de algún acontecimiento, ser un asesor o simplemente brindar acompañamiento a sus actividades cotidianas. Actualmente los dos lenguajes de programación más comerciales en cuestión de aplicaciones móviles son IOS y Android. Android es un sistema operativo móvil basado en Linux cuyo enfoque de uso está diseñado para dispositivos móviles como Smartphone, Tablet, SmartWatches, entre otros. Este sistema operativo es desarrollado por Open Handset Alliance que lidera Google.

La estructura del sistema operativo de Android está constituida por aplicaciones que se ejecutan con un Framework Java que son aplicación a objetos del núcleo de las bibliotecas de Java en un Máquina Virtual Dalvik. Existen bibliotecas escritas con lenguaje C que incluyen un administrador de interfaz gráfico, un Framework Open Core, una base de datos relacional SQLite, una interfaz de programación API grafica Open GL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic. Las aplicaciones se desarrollan normalmente en Java Software Development Kit (Android SDK), adicionalmente a esta existen más herramientas, las cuales incluyen Kit de Desarrollo Nativo para aplicaciones o extensiones en C, C++ o cualquier otro lenguaje de programación.

Por otro lado, adicional al sustento técnico de la aplicación móvil también se considera la aplicación del contenido informativo que contribuirá a la solución de los problemas en campo los cuales estarán basados en el marco normativo nacional e internacional que se sustenta de las siguientes normas.

NOM-003-SPTS-1999 Actividades Agrícolas, Uso de Insumos Fitosanitarios o Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal o Fertilizantes, Condiciones de Seguridad e Higiene.

NMX-CERTIMEX-01-2009 Norma para la Producción, el Procesamiento y la Comercialización de Productos Ecológicos.

SRRC-SENASICA Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación.

Norma Extranjera USDA Organic

Association 4C

Norma Internacional Rainforest Alliance

Sistemas de Soporte a la toma de Decisiones (DSS)

Eom y Kim (2006) definen a los DSS como "Un sistema interactivo basado en computador que da soporte a los tomadores de decisiones en vez de reemplazarlos, utiliza datos y modelos para resolver problemas con diferentes grados de estructura: no estructurados, semiestructurados, tareas estructuradas y no estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas y se enfoca en la efectividad más que en la eficiencia de los procesos de decisión (facilita el proceso de decisión)". Como plantea la definición anteriormente citada, los DSS resuelven problemas con diferentes grados de estructura:

-Decisión estructurada: se hace de acuerdo a procesos específicos.

-Decisión no estructurada: alto grado de libertad e incertidumbre. Decisiones para las cuales la información que se obtiene de un sistema computacional es solo una porción del conocimiento total requerido para tomar una decisión.

-Decisión semiestructurada: existen componentes estructurados (datos fijos, modelos o reglas de decisión), pero la decisión pertenece al humano.

Un sistema DSS se distingue del resto de los sistemas que pueda tener una compañía porque lo integran los siguientes subsistemas:

-Administrador de datos: incluye una base de datos que contiene información relevante para una situación y es administrada por el DBMS (sistema manejador de la base de datos). Puede ser interconectada con el datawarehouse corporativo.

-Administrador del modelo: es un paquete software que contiene modelos cuantitativos, estadísticos, financieros y científicos que provee capacidades analíticas al sistema.

-Interfaz de usuario: el sistema debe proveer una interfaz gráfica de usuario familiar y consistente.

-Administrador del conocimiento: soporta cada uno de los demás subsistemas o actúa como componente independiente. Provee inteligencia para argumentar la toma de decisiones.

Una aplicación móvil para el monitoreo de cultivos: caso de estudio campaña contra el pulgón amarillo del sorgo.

Autor: Alejandra Perez-Mena¹, J. A.-Z.-C.-G.

En este artículo, se introduce PulAm, una aplicación móvil basada en el sistema operativo móvil Android. Esta aplicación se diseñó como una herramienta de apoyo en el proceso de monitoreo de plagas de diferentes cultivos. Como caso de estudio, se introduce el monitoreo de cultivos de sorgo, en el estado de Nayarit, México; específicamente para la campaña contra el "pulgón amarillo" del sorgo.

PulAm es una aplicación móvil basada en el sistema operativo Android, la cual es muy útil para el levantamiento de datos en campo. Como se mostró en el presente trabajo de investigación, PulAm es un prototipo a través del cual los técnicos de CESAVERNAY pueden registrar el levantamiento de datos de sus campañas fitosanitarias, de forma ágil y minimizando los errores. Además, pueden acceder a información histórica sobre inspecciones realizadas previamente.

Como trabajo futuro, se planea realizar pruebas de aceptación de PulAm con el personal técnico de CESAVERNAY. También se planea diseñar un módulo en el que el usuario pueda tomar una o más fotografías de las plantas de algún cultivo con su dispositivo móvil y que la aplicación pueda determinar automáticamente el grado de infestación. Con este módulo, el usuario tendría una medición más estandarizada del nivel de infestación.

Colección: análisis y reflexión en torno al sector agropecuario.

Autor: Diego Hernando Florez Martinez, Claudia Patricia Uribe Galvis

Son múltiples los factores que inciden en el consumo de alimentos; entre estos se encuentran la disponibilidad, la accesibilidad y la elección de los alimentos, factores que a su vez pueden verse influenciados por la geografía, la demografía, los ingresos disponibles, la situación socioeconómica, la urbanización,

la globalización, la política, la religión, la cultura y las actitudes de los consumidores, así como el mercadeo, la disponibilidad, el acceso y los medios de divulgación de los alimentos, etc. Según un estudio de tendencia mundial realizado por Michael Boehlje (2001) para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y la Universidad de Minnesota, las megatendencias en agricultura se enfocan en temas relacionados con el crecimiento económico de la clase media, el valor del dólar (factor que incide sobre la capacidad de compra de los países), la producción de bioenergía y el papel de los tratados de libre comercio (TLC); además, el estudio señala que los costos de producción de la comida están subiendo, hecho ocasionado principalmente por el costo de los insumos, y que el desarrollo biotecnológico va a crecer en importancia. Estos aspectos deben ser tenidos en cuenta por los países para analizar sus capacidades con respecto a la actividad productiva, y para potenciarlas a través de la adopción de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), como la agricultura de precisión o la recolección de datos de cultivo en tiempo real, herramientas diferenciadoras que permiten el desarrollo hacia la productividad y la competitividad sectorial.

La gobernanza e institucionalidad de las TIC para el sector agropecuario (agrícola, pecuario, forestal, acuícola, pesquero y agroindustrial) se caracteriza por tener instituciones que hacen visible la información bajo una política de datos abiertos y un marco de propiedad intelectual desde una arquitectura robusta y amigable. Este eje utiliza TI funcionales y adaptativas (tecnologías de multiespectro y satelitales para la captura, validación y difusión de información multivariable, como herramientas operativas a nivel territorial) que permiten gestionar la información sectorial, desde lo nacional y lo regional, enfocada en el usuario final. La interoperabilidad sectorial, basada en el ciclo de desarrollo de TI para toda la institucionalidad sectorial, opera bajo un marco homogéneo de infra estructura y

seguridad de la información (datos abiertos, protección de la información, acceso, uso y cultura), lo cual validó la certificación ISO 27001 para todas las entidades del sector. Este marco de gobernanza ha consolidado los mecanismos de protección de desarrollos de software y aplicaciones, así como el marco de integración TIC-agro institucionalizado a través de la cadena de valor de TI como elemento integral de las cadenas productivas agrícolas, pecuarias, forestales, acuícolas y pesqueras.

Desarrollo de una aplicación móvil informativa sobre la temporada de frutas nativas que se producen en la provincia de San Marcos, 2018

Autor: Saldaña Vega Lizeth Yanelí, T. M.

Cajamarca posee una biodiversidad de frutales nativos con ventajas comparativas para la alimentación y la agroindustria hasta ahora poco valoradas. Sin embargo, hoy en día en el mercado encontramos gran variedad de fruta las cuales pueden ser de temporada o aquellas que no pertenecen a la temporada actual, el consumir una fruta fuera de temporada es como consumir algún medicamento sin estar enfermo debido a que cada fruta contiene un nutriente especial acorde a cada temporada. El presente estudio es una investigación de tipo básica – descriptiva y no experimental de enfoque cualitativo, cuya unidad de análisis son las frutas nativas que se producen en la Provincia de San Marcos considerando la información adquirida en el año 2018, así mismo debido que en la actualidad el crecimiento del mercado de aplicaciones móviles es cada vez es más grande, de manera que un teléfono celular no es solo una herramienta indispensable para la gente de negocios, sino también un elemento fundamental para la comunicación entre las personas. El desarrollo de la aplicación móvil propuesta, permite mostrar información de la temporada de frutas nativas que se producen en la Provincia de San Marcos, aprovechando los beneficios de consumir frutas frescas, casi recién

cosechados con mejor calidad, mayor contenido vitamínico y por otro lado son más económicos ya que abundan. El mismo que fue validado como propuesta tecnológica y a través de su contenido informativo.

Creación de un modelo ontológico para el control y monitoreo de los cultivos de arroz, café y cacao

Autor: Bazán Jiménes Geomayra Yalila, H. S.

El objetivo principal de este proyecto de titulación radica en la gran cantidad de información que se maneja a diario dentro del campo agrícola, mediante el uso de las ontologías, sus metodologías, lenguajes, herramientas y componentes que serán estudiados, se podrá categorizar y organizar la información obtenida de expertos tales como agricultores e ingenieros agrónomos que se desempeñan en el área; convirtiendo dicha información en un lenguaje formal y estructurado enfocado en el dominio de control y monitoreo de afecciones del cultivo de arroz, café y cacao. La información será transformada a través de la ontología para que en un futuro sea implementada en sistemas expertos, sistemas de recomendaciones para la toma de decisiones o algún otro software informático enfocado en el área agrícola.

FARMER APP: prototipo de software de autogestión administrativo de inversión en proyectos agrícolas para los agricultores socios de la cooperativa de arroceros – Serviarroz Ltda, en la zona de la meseta de Ibagué, departamento del Tolima

Autor: José, M. T.

Este documento presenta los resultados de un proyecto de investigación aplicada en el sector de las TIC S (Tecnología de la información y la tecnología) para la

autogestión y manejo administrativo de inversiones en proyectos agrícolas. El proceso fue realizado con los productores de cultivos de arroz de la zona agrícola arrocera ubicados en la meseta de Ibagué en corregimientos y veredas del municipio de Ibagué, Asociados a la Cooperativa Serviarroz Ltda, mediante la aplicación de encuestas que evidenciaron la Necesidad de diseñar un sistema de información que facilite la gestión e interacción Remota del usuario con sus cultivos, la programación y el cumplimiento satisfactorio de cada una de sus actividades, optimizando los recursos correspondientes. Este sistema cuenta con una plataforma web y otra móvil, facilitando el acceso a la información y a la programación remota de actividades sobre el cultivo. Los Resultados obtenidos demuestran que las aplicaciones desarrolladas en internet y dispositivos móviles pueden generar un impacto positivo y mejorar la forma de vida de los agricultores, con su apropiación y participación social.

La implementación de sistemas de información con acceso remoto como FARMER APP - software de autogestión administrativo de inversión en el campo de la producción agrícola, aporta de manera significativa en la eficiencia de los procesos administrativos, dado que disminuye el gasto económico y los tiempos para hacer efectivas las actividades. Además, el inversionista interactúa con la aplicación web para informarse de los sucesos más importantes y relevantes, y así mismo a través de la aplicación móvil verifica, programa y realiza acciones sobre sus proyectos, convirtiéndolo en un elemento activo para la toma de decisiones en su cultivo de una manera rápida y efectiva, sin la necesidad de estar presente en el sitio físicamente. En el contexto actual de la agricultura colombiana, la utilización de nuevas estrategias para mejorar los procesos de administración de los proyectos agrícolas es esencial. Los agricultores tienen hoy un mayor acceso a las tecnologías de la información, comparados con los de años anteriores, sin que esto implique que la entienden por completo. Este proyecto aplicado en TIC fue dirigido

fundamentalmente hacia un objetivo práctico y específico; sus resultados son útiles para un sector socioeconómico de gran importancia agrícola y tienden a mejorar la calidad de vida de los agricultores. El desarrollo de la aplicación WEB y aplicación móvil de Farmer APP, incluye un grupo interdisciplinario de profesionales de diferentes áreas: Ingenieros de sistemas, administradores, Ingenieros Agrónomos, entre otros, que nos ayudarán a que Farmer APP sea bastante práctica y efectiva. El alcance social de Farmer APP, no tendrá límite alguno, lo cual la hace una aplicación al alcance de todos.

The evolution of power in the global coffee value chain and production network

Author: Janina Grabs, Stefano Ponte.

The configurations of global value chains and production networks are constantly changing, leading to new trajectories and geographical distributions of value creation and capture. In this article, we offer a 40-year evolutionary perspective on power and governance in the global coffee value chain and production network. We identify three distinct phases that are characterised by different power dynamics, governance setups and distributional configurations. We find that the kinds of power exercised along the coffee chain have changed, but also that the underlying power inequities between Northern buyers and Southern producers have remained fundamentally unaltered

An innovation perspective to climate change adaptation in coffee systems

Author: René Verburga, Eric Rahn, Pita Verweij, Marijke van Kuijk, Jaboury Ghazoul.

Climate change is expected to have strong implications for smallholder coffee farmers and implementing adaptation measures would lessen their vulnerabilities. Adaptation measures have been identified in literature, but how these can be implemented remains unclear. Current certification programmes have the potential to provide guidance on how sustainability criteria can be addressed and taken up by farmers. We identify climate change adaptation options, their scale of application, and the necessary implementation steps. We show that implementation complexity strongly increases with the degree of climate change. With modest climatic changes, incremental adaptations might suffice, but more substantial climatic change will require radical social-institutional changes for adaptation uptake and interventions. For the majority of smallholders the implementation of any measure is largely constrained by a lack of access to knowledge networks and training material, organizational support, and (mainly financial) resources. A landscape approach that encompasses collective action and coordinated cross-sector planning can overcome some of these barriers. Certification approaches can facilitate a move in this direction. Yet, the implementation of transformative adaptations requires visioning, realignment of policies and incentives, and new market formations. This entails a repositioning and revision of certification schemes to allow for more effective adaptation uptake for the benefit of smallholders and the environment.

Production of coffee (coffee Arabica) inoculated with yeasts: impact on quality

Author: Pâmela Mynsen Machado Martins Luciana Silva Ribeiro Maria Gabriela da Cruz Pedrozo Miguel Suzana Reis Evangelista Rosane Freitas Schwan.

The aim of this study was to evaluate the performance of yeasts *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0200 and *Torulasporea delbrueckii* CCMA 0684 in Mundo Novo and Catuaí varieties processed by the wet method and the impact on sensory quality and compounds profile. The microbiota was evaluated by surface plating, and the compounds were evaluated by high-performance liquid chromatography and gas chromatography–mass spectrometry. Sensorial analysis was performed using the cupping test (Specialty Coffee Association).

T. delbrueckii CCMA 0684 was better adapted to the process and remained for up to 72 h of drying. Eighteen volatile compounds were detected in green coffee and 75 in roasted coffee. 2-Furanmethanol propanoate and 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine were identified only in the inoculated treatments, and these are important contributors to the coffee aroma. All treatments received scores greater than 80 in the sensory analysis.

The impact of sustainability in coffee production on consumers' willingness to pay—new evidence from the field of ethical consumption

Author: Volker Lingnau, Florian Fuchs, Florian Beham.

Although there is an abundance of literature on the general relationship between sustainability and financial performance of businesses, the results often remain controversial concerning the measurement of business sustainability performance. Especially for concrete managerial purposes, a clearer focus on the product level as a major driver for corporate success seems fruitful. On such topic, likewise a number of studies exist, of which several questions remain not fully settled. Particularly, one of the most cited studies in the field by Trudel and Cotte (MIT Sloan Manag Rev 50(2):61–68, 2009) provides only preliminary results, calling for further research.

Consequently, following the considerations of the two authors, we conducted a study focusing on sustainability in coffee production to clarify some of the questions remaining open. Besides further scrutinizing whether sustainable conduct is valued and bad conduct punished by customers in changing their willingness to pay for coffee, we also differentiated between the social and environmental dimension, furthermore exceeding their research by considering whether consumers value additional certification of sustainability. Applying a vignette study, we find that sustainability measures do not necessarily have to pay off, while conversely, bad conduct, especially in the social dimension, is clearly punished. In addition, we can show that bad behavior is stronger punished than good behavior rewarded. Finally, our results reveal that certification does not significantly increase the average consumer's willingness to pay.

Evaluation of the effects of temperature on processed coffee beans in the presence of fungi and ochratoxin a

Author: T. M. A. Sousa L. R. Batista F. R. F. Passamani N. A. Lira M. G. Cardoso W. D. Santiago S. M. Chalfoun.

The coffee bean is sensitive to contamination with ocratoxigenic fungi; temperature influences the growth, and germination of these fungi, as well as the fungal toxins produced. The objectives of this study were to assess the distribution of toxigenic species, analyze the concentration of ochratoxin A (OTA) in Arabica coffee beans, and aplicate a mathematical model that considers the influence of actual temperature to predict the effects of projected temperature increase on OTA production. This toxin was, however, not detected in any of the coffee bean species analyzed here. The species with the highest incidence were *Aspergillus niger* and *Aspergillus ochraceus*. The results of the mathematical model demonstrated the

influence of temperature on the production of the toxin. This information indicates the distribution of toxigenic fungal species in the regions of coffee cultivation in Minas Gerais, and thus, will assist the producers in adopting preventive measures.

CAPÍTULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

3.1. Propuesta Tecnológica (Prototipo)

Un instrumento importante para identificar de forma gráfica la lógica del flujo operativo del sistema experto es a través de un Diagrama de Casos de Uso, a continuación, se muestra dicho diagrama.

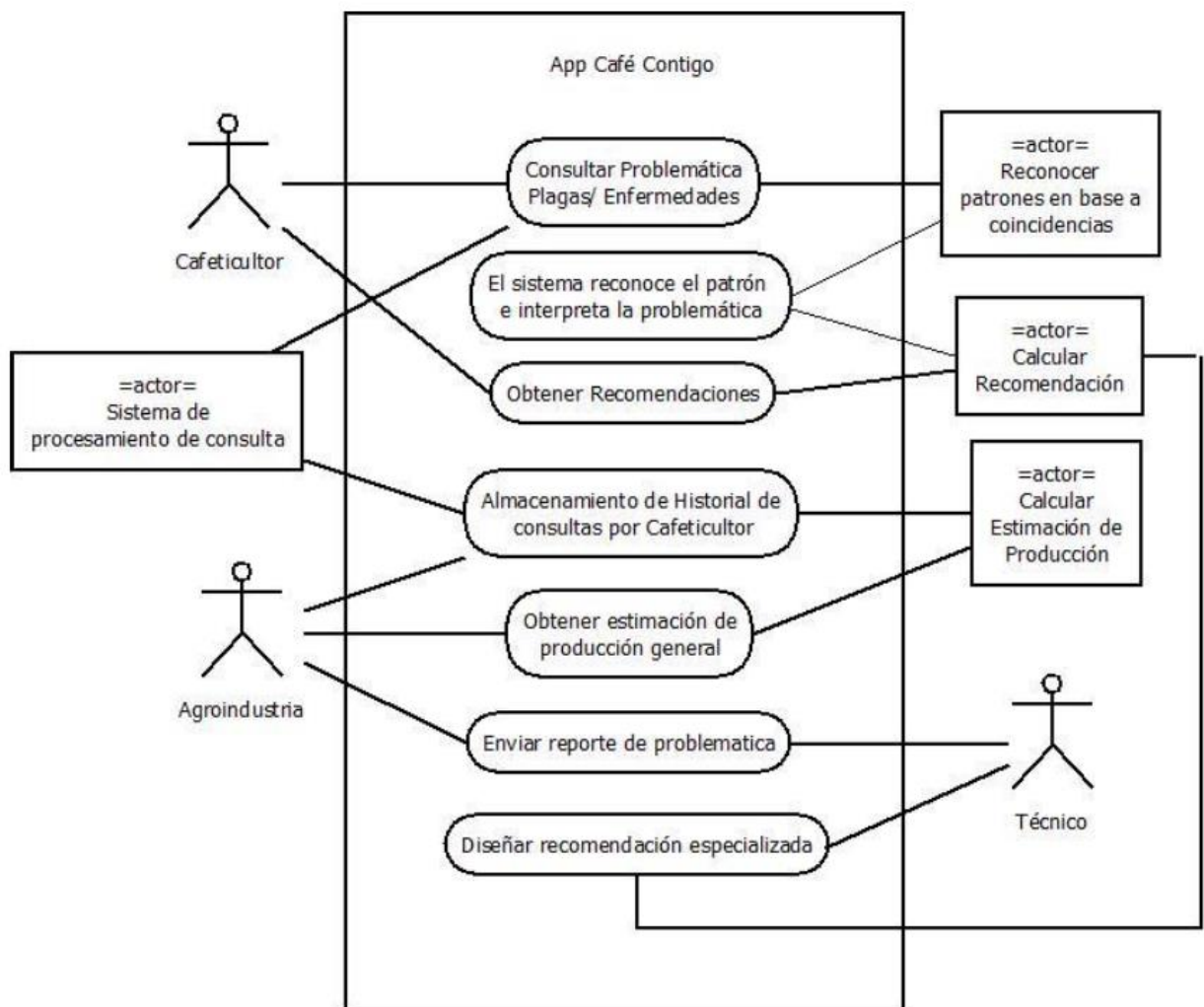


Ilustración 1 Diagrama de Caso de Uso General

El diagrama de Interacción permite identificar a los actores involucrados en la operatividad del sistema experto, a continuación, se describe dicho diagrama.

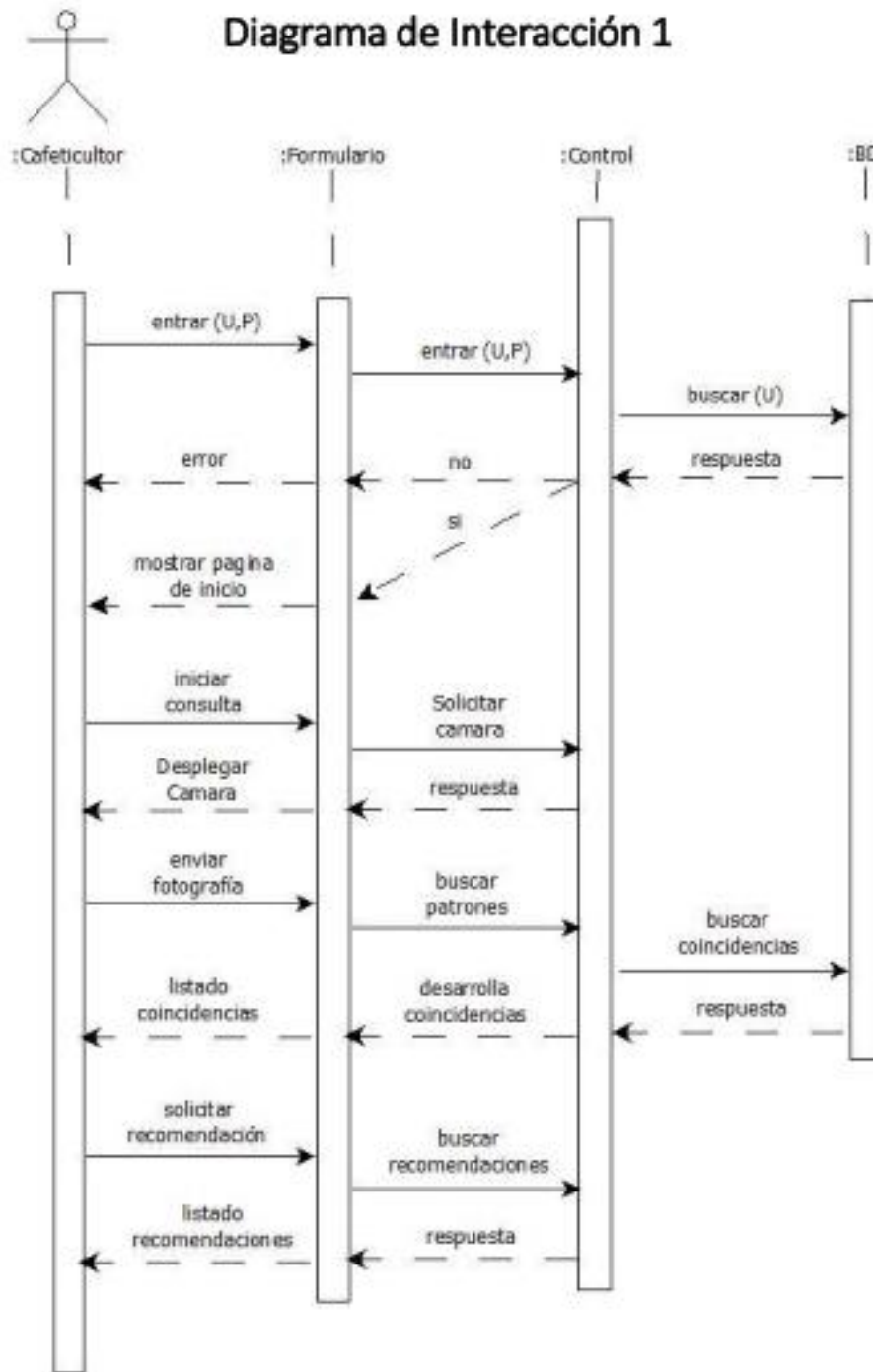


Ilustración 2 Diagrama de Interacción 1

Diagrama de Interacción 1

En relación a la descripción de la interacción de los patrones del diagrama número 1, está dado de la siguiente forma:

1. Se inicia sesión, para lo cual se solicita al formulario, mismo que pide la operación a control de mandar a llamar a la base de datos para obtener una respuesta, misma que se sintetiza y regresa en forma de error o inicio de sesión.
2. El usuario solicita una consulta, lo cual permite que el formulario envíe la indicación al controlador de activar la cámara fotográfica. Como respuesta la aplicación pide tomar una foto.
3. Al tomar una fotografía se solicita al controlador identificar patrones de coincidencia, mismos que son rastreados en la base de datos. Con esto despliega un listado de coincidencias al usuario.
4. Finalmente, el usuario solicita una recomendación, a lo cual el controlador busca recomendación y la despliega al usuario.

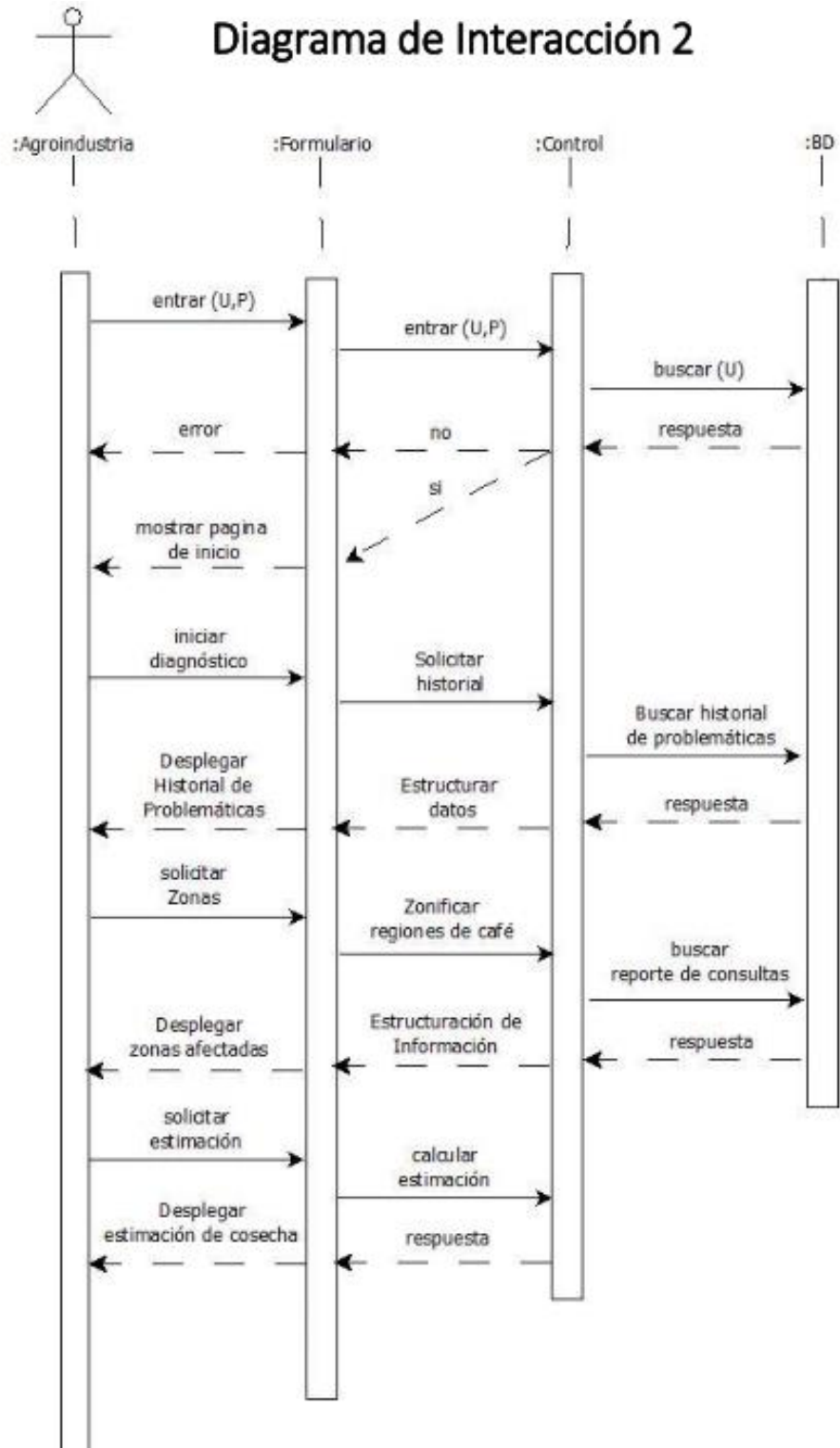


Ilustración 3 Diagrama de Interacción 2

Diagrama de Interacción 2

En relación a la descripción de la interacción de los patrones del diagrama número 2, está dado de la siguiente forma:

1. Se inicia sesión, para lo cual se solicita al formulario, mismo que pide la operación a control de mandar a llamar a la base de datos para obtener una respuesta, misma que se sintetiza y regresa en forma de error o inicio de sesión.
2. El usuario solicita un diagnóstico, lo cual permite que el formulario envíe la indicación al controlador solicita historial. Como respuesta la aplicación envía el historial de problemáticas.
3. El usuario solicita las zonas con problemáticas y se solicita al controlador identificar las zonas, mismos que son rastreados en la base de datos. Con esto despliega un listado de coincidencias al usuario.
4. Finalmente, el usuario solicita estimación, a lo cual el controlador busca desplegar la estimación pertinente.

3.2. Descripción de Casos de Uso

3.2.1. Caso de uso 1: Consulta de Plagas

Caso de uso 1: Consulta de Plagas
Actor principal: Caficultor
Personal involucrado e intereses: <ul style="list-style-type: none">• Caficultor: Requiere información sobre Plagas de la producción de Café y obtiene recomendaciones en función de problemas identificados en sus unidades de producción.• Asesor Técnico: Requiere conocer las necesidades técnicas de las unidades de producción de los caficultores para implementar estrategias de Extensionismo focalizada sobre necesidades específicas y problemáticas de carácter general.• Agroindustria: Conocer la situación en tiempo real de las unidades de producción para poder pronosticar y estimar producción de café por temporada y concretar de forma precisa contratos de venta.
Precondiciones: El Caficultor de identifica y autentica.
Garantías de éxito (Postcondiciones): Se registra la consulta. El Caficultor obtiene una recomendación de contención de la plaga. El Asesor Técnico obtiene una lectura del problema existente en la unidad de producción.

La Agroindustria toma decisiones relacionadas con la estimación de producción existente en el momento de consulta.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Caficultor accede al sistema ingresando usuario y contraseña.
2. El Caficultor accede al manual de Buenas Prácticas Agrícolas e identifica la característica visualizada en campo.
1. Contra la información obtenida en el sistema.
2. El sistema registra la consulta y emite una recomendación de contención a la problemática consultada.
3. El sistema envía la información de la consulta a la Agroindustria.
4. La Agroindustria reenvía esta información al Asesor Técnico.
5. El Asesor Técnico desarrolla una estrategia de control de la plaga o enfermedad.
6. El Caficultor resuelve su problema fitosanitario e incrementa su productividad por unidad de producción.

Extensiones (o Flujos Alternativos):

*a. En cualquier momento el sistema falla:

Para dar soporte a la recuperación y registro correcto asegura que todos los estados y eventos significativos de una consulta y recomendación puedan recuperarse desde cualquier paso del escenario.

1. El Caficultor reinicia el sistema, inicia sesión, y solicita la recuperación del estado anterior.
 - 1.1. El sistema no reconoce usuario y contraseña
 - 1.1.1. El sistema le indica al Caficultor que reestablezca la contraseña y le envía una contraseña temporal por correo.
 - 1.2. El sistema no permite agregar usuario.
 - 1.2.1. El Caficultor solicita al sistema borrar todos los datos e iniciar nuevamente el alta al sistema.
2. El sistema reconstruye el estado anterior.
 - 2.1. El sistema detecta anomalías intentando la recuperación:
 - 2.1.1. El sistema pasa a un estado limpio.
 - 2.1.2. El Caficultor comienza una nueva consulta.
3. El sistema emite una recomendación no válida para el tipo de problema.
 - 3.1. El Caficultor solicita una nueva recomendación.
4. El sistema detecta fallo al contactarse con el servidor de la Agroindustria.
 - 4.1. El sistema reinicia el servicio y continua.
5. El sistema detecta fallo al contactarse con el servidor de la Asesor Técnico.
 - 5.1. El sistema reinicia el servicio y continua.

Requisitos especiales:

- Interfaz de usuario con pantalla táctil vía Smartphone. Texto en letras e imágenes claras y fáciles de identificar.
- Envío de información sobre consulta de forma inmediata, posterior al emitir la recomendación.
- Autorización de la Agroindustria para emitir el envío de la información a Asesor Técnico.

<p>Lista de tecnología y variaciones de datos:</p> <p>3.1. Identificador de problemáticas a partir de reconocimiento de patrones.</p> <p>3.2. El reconocimiento de patrones es dirigido a las plagas (Nematodos y Broca)</p>
<p>Frecuencia: Podría ser casi continuo</p>
<p>Temas abiertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descubrimiento de nuevas enfermedades • Explorar las cuestiones relacionadas con reconocimiento de patrones.

Tabla 1 Caso de uso 1: Consulta de Plagas

Actor	Objetivo
Agroindustria	Gestionar el Sistema para la toma de decisiones en relación a la productividad de sus Caficultores.
Asesor Técnico	

	Brindar respuesta oportuna a las necesidades Fitosanitarias de los Caficultores a través de los patrones de consultas emitidos por los caficultores.
Caficultor	Incrementar su productividad a través de la consulta de plagas y de la aplicación de las recomendaciones emitidas por el sistema.

Tabla 2 Actor y Objetivo de Caso de uso 1

3.2.2. Caso de uso 2: Consulta Problemas Enfermedades

Caso de uso 2: Consulta Problemas Enfermedades
Actor principal: Caficultor
<p>Personal involucrado e intereses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caficultor: Requiere información sobre Enfermedades de la producción de Café y obtiene recomendaciones en función de problemas identificados en sus unidades de producción. • Asesor Técnico: Requiere conocer las necesidades técnicas de las unidades de producción de los caficultores para implementar estrategias de Extensionismo focalizada sobre necesidades específicas y problemáticas de carácter general.

- **Agroindustria:** Conocer la situación en tiempo real de las unidades de producción para poder pronosticar y estimar producción de café por temporada y concretar de forma precisa contratos de venta.

Precondiciones: El Caficultor de identifica y autentica.

Garantías de éxito (Postcondiciones): Se registra la consulta. El Caficultor obtiene una recomendación de contención de enfermedades.

El Asesor Técnico obtiene una lectura del problema existente en la unidad de producción.

La Agroindustria toma decisiones relacionadas con la estimación de producción existente en el momento de consulta.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Caficultor accede al sistema ingresando usuario y contraseña.
2. El Caficultor accede al manual de Buenas Prácticas Agrícolas e identifica la característica visualizada en campo.
3. Contra la información obtenida en el sistema.
4. El sistema registra la consulta y emite una recomendación de contención a la problemática consultada.
5. El sistema envía la información de la consulta a la Agroindustria.
6. La Agroindustria reenvía esta información al Asesor Técnico.
7. El Asesor Técnico desarrolla una estrategia de control de enfermedad.
8. El Caficultor resuelve su problema de enfermedades e incrementa su productividad por unidad de producción.

Extensiones (o Flujos Alternativos):

*a. En cualquier momento el sistema falla:

Para dar soporte a la recuperación y registro correcto asegura que todos los estados y eventos significativos de una consulta y recomendación puedan recuperarse desde cualquier paso del escenario.

1. El Caficultor reinicia el sistema, inicia sesión, y solicita la recuperación del estado anterior.
 - 1.1. El sistema no reconoce usuario y contraseña
 - 1.1.1. El sistema le indica al Caficultor que reestablezca la contraseña y le envía una contraseña temporal por correo.
 - 1.2. El sistema no permite agregar usuario.
 - 1.2.1. El Caficultor solicita al sistema borrar todos los datos e iniciar nuevamente el alta al sistema.
2. El sistema reconstruye el estado anterior.
 - 2.1. El sistema detecta anomalías intentando la recuperación:
 - 2.1.1. El sistema pasa a un estado limpio.
 - 2.1.2. El Caficultor comienza una nueva consulta.
3. El sistema emite una recomendación no válida para el tipo de problema.
 - 3.1. El Caficultor solicita una nueva recomendación.
4. El sistema detecta fallo al contactarse con el servidor de la Agroindustria.
 - 4.1. El sistema reinicia el servicio y continua.
5. El sistema detecta fallo al contactarse con el servidor de la Asesor Técnico.
 - 5.1. El sistema reinicia el servicio y continua.

<p>Requisitos especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de usuario con pantalla táctil vía Smartphone. Texto en letras e imágenes claras y fáciles de identificar. • Envío de información sobre consulta de forma inmediata, posterior al emitir la recomendación. • Autorización de la Agroindustria para emitir el envío de la información al Asesor Técnico.
<p>Lista de tecnología y variaciones de datos:</p> <p>3.1. Identificador de problemáticas a partir de reconocimiento de patrones.</p> <p>El reconocimiento de patrones es dirigido a las plagas (Nematodos y Broca)</p>
<p>Frecuencia: Podría ser casi continuo</p>
<p>Temas abiertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descubrimiento de nuevas enfermedades • Explorar las cuestiones relacionadas con reconocimiento de patrones.

Tabla 3 Caso de uso 2: Consulta Problemas Enfermedades

Actor	Objetivo
Agroindustria	Gestionar el Sistema para la toma de decisiones en relación a la productividad de sus Caficultores.
Asesor Técnico	Brindar respuesta oportuna a las necesidades Fitosanitarias de los Caficultores a través de los patrones de consultas emitidos por los caficultores.
Caficultor	Incrementar su productividad a través de la consulta de plagas y de la aplicación de las recomendaciones emitidas por el sistema.

Tabla 4 Actor y Objetivo de Caso de uso 2

3.3. Metodología de Desarrollo

Implementación de la metodología OOHDM en el proyecto Café Contigo, aplicación móvil de acompañamiento técnico a Caficultores

Introducción

El modelo OOHDM u Object Oriented Hypermedia Design Methodology, para diseño de aplicaciones hipermedia y para la Web, fue diseñado por D. Schwabe, G. Rossi, and S. D. J. Barbosa y es una extensión de HDM con orientación a objetos, que se está convirtiendo en una de las metodologías más utilizadas. Ha sido usada para diseñar diferentes tipos de aplicaciones hipermedia como galerías interactivas, presentaciones multimedia y, sobre todo, numerosos sitios web.

El proceso de concepción orientado a objetos. OOHDM propone el desarrollo de aplicaciones hipermedia mediante un proceso:

Diagrama de Caso de Uso

Diseño conceptual

Diseño navegacional

Diseño de interfaces abstractas

Implementación

A través de esta metodología se puede describir cada una de las clases e interacciones de los objetos existentes en el software y/o aplicación desarrollada.

De esta forma es fácil comprender la lógica del sistema y sus interacciones específicas a través de los atributos y métodos.

Diagrama de Caso de Uso

A través de este diagrama se puede interpretar de forma gráfica las interacciones que tienen los actores con cada una de las acciones respectivas del ciclo de vida del sistema.

Para el caso del proyecto Café Contigo, aplicación móvil de acompañamiento técnico a Caficultores la interacción es directamente a través de la manipulación del Usuario "Caficultor" quien a través del uso de la cámara fotográfica ejecuta una serie de comandos que le permiten obtener una recomendación con base en el reconocimiento de patrones y colorimetría que interpreta un segundo actor "Gestor de Patrones".

En este sentido el caficultor inicia sesión, posterior a esto debe tomar una fotografía, a través de ello el sistema iniciara el reconocimiento de patrones mediante la consulta de problemática. En este punto el caficultor solicita una recomendación y el sistema experto brinda dicha información, a continuación, se describe mediante diagrama de uso específico.

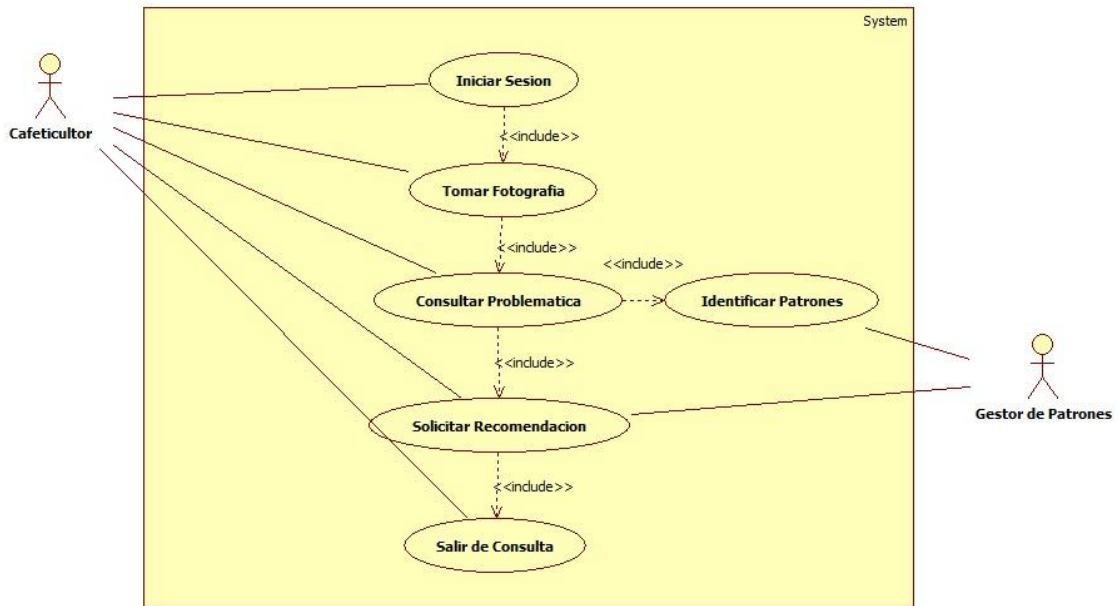


Ilustración 4 Diagrama de uso Específico

Diseño conceptual

En esta **etapa** se construye un esquema conceptual representado por los objetos de dominio o clases y las relaciones entre dichos objetos. Se puede usar un modelo de datos semántico estructural (como el modelo de entidades y relaciones). El modelo OOHDH propone como esquema conceptual basado en **clases**, **relaciones** y **subsistemas**.

Con base en el diagrama de caso de uso se pueden identificar los atributos y los métodos existentes en cada uno de las clases y relaciones.

Para el caso de la clase Cafecultor se identifican atributos específicos y a su vez se identifican 3 métodos particulares (Iniciar Sesión-Registrar Cafecultor-Salir de Aplicación)

Al acceder correctamente estos métodos se tiene la manera de continuar con el proceso y acceder a la clase 2 la cual es denominada "Fotografía" misma que consta de 3 métodos específicos (Tomar fotografía-Eliminar fotografía-Consultar problemática). Sucesivamente se tendrá acceso a la clase "Problemática" misma que posee 3 métodos específicos (Identificar problemática-Solicitar recomendación-regresar a fotografía).

Finalmente, al momento de invocar a la clase "Recomendación" se tendrá acceso a 4 métodos específicos (Generar recomendación-Regresar a problemática-Regresar a tomar fotografía-Salir de aplicación).

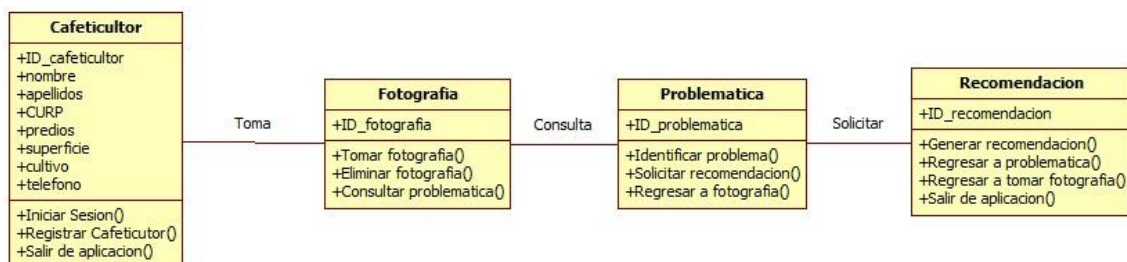


Ilustración 5 Diseño Conceptual

Diseño de navegación

En esta etapa, el diseñador define clases de navegación tales como nodos, enlaces y estructuras de acceso (índices y visitas guiadas) inducidas del esquema conceptual. Los enlaces derivan de las relaciones y los nodos representan ventanas lógicas (views) sobre las clases conceptuales. A continuación, el diseñador describe la estructura de navegación en términos de contextos de navegación.

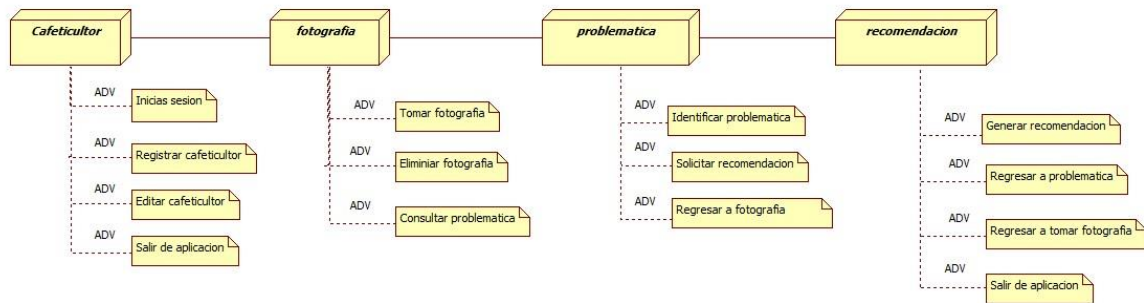


Ilustración 6 Diagrama de Navegación

Diseño de interfaces abstractas

La cuarta etapa está dedicada a la especificación de la interfaz abstracta. Así, se define la forma en la cual deben aparecer los contextos de navegación. También se incluye aquí el modo en que dichos objetos de interfaz activarán la navegación y el resto de funcionalidades de la aplicación, esto es, se describirán los objetos de interfaz y se los asociará con objetos de navegación. La separación entre el diseño de navegación y el diseño de interfaz abstracta permitirá construir diferentes interfaces para el mismo modelo de navegación.



Ilustración 7 Interfaces abstractas

Implementación

Finalmente, a etapa de implementación hace alusión al diseño final que tendrá el sistema y su presentación al usuario final.





Ilustración 8 Implementación

3.4. Alcances

- Diseñar y entrenar un sistema de reconocimiento de patrones, específicamente en reconocimiento de la Roya del Café.
- Diseñar una base de datos enfocada en el tratamiento de la información evaluada a través del sistema experto.
- El sistema experto de reconocimiento de roya del café emitirá una recomendación con base en los resultados obtenidos del análisis de la enfermedad.

3.5. Limitaciones

- El alcance del sistema experto se acota a la localidad de El Mohón perteneciente al municipio de Hueytamalco, Puebla.
- El proceso de recolección e interpretación de datos se limita al tiempo comprendido en el proceso académico de la Maestría en Sistemas Computacionales.
- El proceso de actividad en campo comprende un periodo mínimo de 3 meses con caficultores de la localidad de El Mohón, perteneciente al municipio de Hueytamalco, Puebla.

- El periodo de análisis de datos llevar tendrá un tiempo de 3 meses para obtener.

3.6. Pregunta de Hipótesis

- ¿A través del uso de un Sistema Experto para el reconocimiento de roya del Café se puede incrementar en un 20% el conocimiento de los caficultores en el manejo integrado de roya de café, con relación a la línea de base del año 2019, en la localidad de El Mohón perteneciente al municipio de Hueytamalco Puebla?

3.7. Hipótesis y determinación de variables

3.7.1. Hipótesis

“Con el uso de un Sistema Experto de reconocimiento de roya del Café se podrá incrementar en un 20% el conocimiento de los caficultores en el manejo integrado de roya de café, con relación a la línea de base del año 2019, en la localidad de El Mohón perteneciente al municipio de Hueytamalco Puebla”.

3.7.2. Identificación de Variables

Variable Dependiente: Incremento del 20%

Variable Independiente: Sistema Experto de reconocimiento de Roya de Café

3.8. Metodología de la Investigación

Para el desarrollo en función a la obtención de datos y a la búsqueda de la comprobación de la hipótesis planteada se consideran utilizar los siguientes datos y métodos para la recolección de los mismos.

De acuerdo al universo de productores de café en México es de 500,000 caficultores. El cultivo se da en 15 estados, de los cuales Chiapas, Puebla, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo son los principales productores. La superficie de cultivo es superior a 680,000 ha distribuidas; en 56 regiones y 404 municipios, lo que genera numerosos empleos en el campo, además de ser la principal fuente de ingresos de muchos pequeños productores y de 17 grupos indígenas del país. (Lázaro, 2018)

Los principales estados productores son Chiapas, Puebla, Oaxaca y otros.

Por las características de localización y accesibilidad la presente investigación se acota al desarrollo de la investigación dentro de los estados de Puebla, teniendo como universos segmentados una población de 65 caficultores Pueblaanos.

a. Lugar donde se llevará a cabo

El presente proyecto tiene como base de operación la localidad de El Mohón en el municipio de Hueytamalco en el estado de Puebla, en este sentido la

microlocalización del proyecto de investigación se ajusta a las regiones cercanas al municipio mencionado. Dicha localidad de El Mohón en el estado de Puebla.

b. Población a estudiar

La localidad de El Mohón en el estado de Puebla cuenta con **65** productores de café.

Con base en este universo acotado se plantea desarrollar un modelo de muestro con población finita en la localidad de El Mohón en el estado de Puebla. Basando en el método de "muestra de poblaciones finitas" se calcula.

n = Tamaño de la muestra

z = Nivel de confianza deseado (95%)

p = Proporción de la población con la característica deseada (.5)

q = Proporción de la población sin la característica deseada (0.95)

e = Nivel de Error dispuesto a cometer (0.05)

N = Tamaño de la población (**56**)

Se calcula una muestra de **56 productores** con base en los parámetros estadísticos plasmados en el método estadístico de Tamaño de Muestra con Población Finita.

Por otro lado, las características específicas del universo de atención serán identificadas mediante un instrumento de recolección de datos, denominado como Diagnostico de la Estructura Productiva mismo que se describe a continuación.

c. Método o Metodología

Instrumento de Recolección de Datos

Este instrumento permitirá identificar la estructura productiva y el estado de salud de las plantaciones de café en un estado inicial. Este instrumento se utilizará como formato de recolección de datos y de evaluación de resultados una vez haya sido concluido el proceso de investigación.

Otro instrumento de recolección de datos será la Base de Datos obtenida de las consultas y preferencias que los usuarios hagan en relación al uso de la aplicación móvil "Café Contigo, aplicación móvil de acompañamiento técnico a Caficultores".

Se desarrollará un proceso de investigación de campo con una muestra aleatoria de 56 caficultores sin importar edad, sexo, experiencia en el cultivo o escolaridad de forma que el uso del dispositivo nos permita validar o rechazar la hipótesis planteada en un inicio.

El diagnóstico de la estructura productiva permitirá evaluar el desempeño de la aplicación y la funcionalidad de la misma.

La base de datos generada permitirá analizar los resultados de consultas y recolección de información para identificar niveles de acoplamiento y adaptación de los caficultores al uso de nuevas tecnologías.

3.8.1.1. Cuestionario de Datos Generales

Cuál es la estructura productiva de la finca de café

1. ¿Cuál es la estructura productiva de su predio?

<i>Categoría</i>	<i>Tipo de plantas</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
I	Cafetos normales en edad productiva.	
II	Cafetos que requieren poda por daños parciales en tallos y ramas o agotamiento.	
III	Cafetos que requieren recepa o rejuvenecimiento por agotamiento o daño completo en la parte aérea (tallo y ramas).	
IV	Cafetos que requieren renovación por deterioro completo de la parte aérea y radicular.	
V	Cafetos pre-productivos, recepados o renovados que aún no producen cereza.	
VI	Espacio vacío donde no hay planta y falta su establecimiento.	

Tabla 5 Estructura Productiva del Predio

3.8.1.2. Cuestionario de Datos Específicos

El presente cuestionario para la recolección de datos específicos consta de 4 secciones estructurales que permitirán identificar el nivel de conocimiento que tiene el caficultor sobre los aspectos más importantes para el desarrollo del presente documento.

Las 4 secciones estructurales son:

- Aspectos Técnicos del Cultivo
- Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información
- Aspectos Socioeconómicos
- Aspectos Culturales

Cada uno de estos aspectos permitirán con base es un sistema de valoración nominal identificar el nivel de conocimiento del caficultor en una escala de 0 a 100, mismas que inicialmente representarán una línea base para identificar el impacto representado en incremento de conocimiento del manejo de la roya de café a la conclusión del presente documento de investigación.

A continuación, se muestran los instrumentos de recolección de datos divididos en los 4 aspectos estructurales.

3.8.1.2.1. Aspectos Técnicos del Cultivo

Cuestionario de Aspectos Técnicos del manejo de Roya de Café

En una escala nominal de menor a mayor, donde el número 5 es considerado Totalmente de Acuerdo y el número 1 es considerado Totalmente en Desacuerdo, contestar de acuerdo al nivel de conocimiento que posee en relación al cuestionamiento de cada pregunta

1. ¿Sabe identificar las características de la roya en su cultivo de café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
2. ¿Identifica las características de las esporas de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
3. ¿Tiene conocimiento del impacto que ocasiona la roya en el cultivo de café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	

4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
4. ¿Conoce el manejo ecológico de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
5. ¿Conoce el manejo químico de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
6. ¿Conoce los productos más utilizados del mercado para combatir la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
7. ¿Conoce los productos caseros más utilizados para prevenir a roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	

5) Totalmente de acuerdo	
8. ¿Conoce las principales labores culturales para prevenir la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
9. ¿Conoce le manejo integrado de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
10. ¿Tiene el conocimiento técnico para poder desarrollar un muestreo en su parcela para identificar el grado de afectación de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) De Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
Sumatoria de los Aspectos Técnicos del Cultivo	

Tabla 6 Cuestionario de Aspectos Técnicos del Cultivo

3.8.1.2.2. Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

Cuestionario de Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

En una escala nominal de menor a mayor, donde el número 5 es considerado Totalmente de Acuerdo y el número 1 es considerado Totalmente en Desacuerdo, contestar de acuerdo al nivel de conocimiento que posee en relación al cuestionamiento de cada pregunta

1. ¿Sabe usted utilizar un teléfono celular?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
2. ¿Es usted capaz de instalar una aplicación y manipular información en un teléfono celular?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
Sumatoria de los Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información	

Tabla 7 Cuestionario de Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

3.8.1.2.3. Aspectos Socioeconómicos

Cuestionario de Aspectos Socioeconómicos

En una escala nominal de menor a mayor, donde el número 5 es considerado Totalmente de Acuerdo y el número 1 es considerado Totalmente en Desacuerdo, contestar de acuerdo al nivel de conocimiento que posee en relación al cuestionamiento de cada pregunta

1. ¿Dispone de un asesor técnico para solventar los problemas de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
2. ¿Posee los recursos suficientes para contratar a un asesor técnico de la roya del café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	

3. ¿Posee usted los medios para controlar la roya del café en su cultivo?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
4. ¿Si supiera como realizar productos caseros para controlar la roya invertiría en estos?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
5. ¿Si tuviera un asesor técnico, seguiría sus indicaciones para combatir la roya?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
6. ¿Considera que con la ayuda de un sistema experto podría ayudarle a mejorar el manejo de roya de café?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	

5) Totalmente de acuerdo	
Sumatoria de los Aspectos Socioeconómicos	

Tabla 8 Cuestionario de Aspectos Socioeconómicos

3.8.1.2.4. Aspectos Culturales

Cuestionario de Aspectos Culturales

En una escala nominal de menor a mayor, donde el número 5 es considerado Totalmente de Acuerdo y el número 1 es considerado Totalmente en Desacuerdo, contestar de acuerdo al nivel de conocimiento que posee en relación al cuestionamiento de cada pregunta

1. ¿Cree que a través de un teléfono celular puede usted recibir una buena asesoría?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
2. ¿Cree usted que la asesoría virtual es el futuro de la agricultura?	
1) Totalmente en Desacuerdo	
2) En desacuerdo	
3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4) de Acuerdo	
5) Totalmente de acuerdo	
Sumatoria de los aspectos Técnicos	

Tabla 9 Cuestionario de Aspectos Culturales

d. **Recursos a Emplear**

La presente investigación requiere de los siguientes actores y recursos a utilizar para el desarrollo y comprobación de la hipótesis planteada anteriormente.

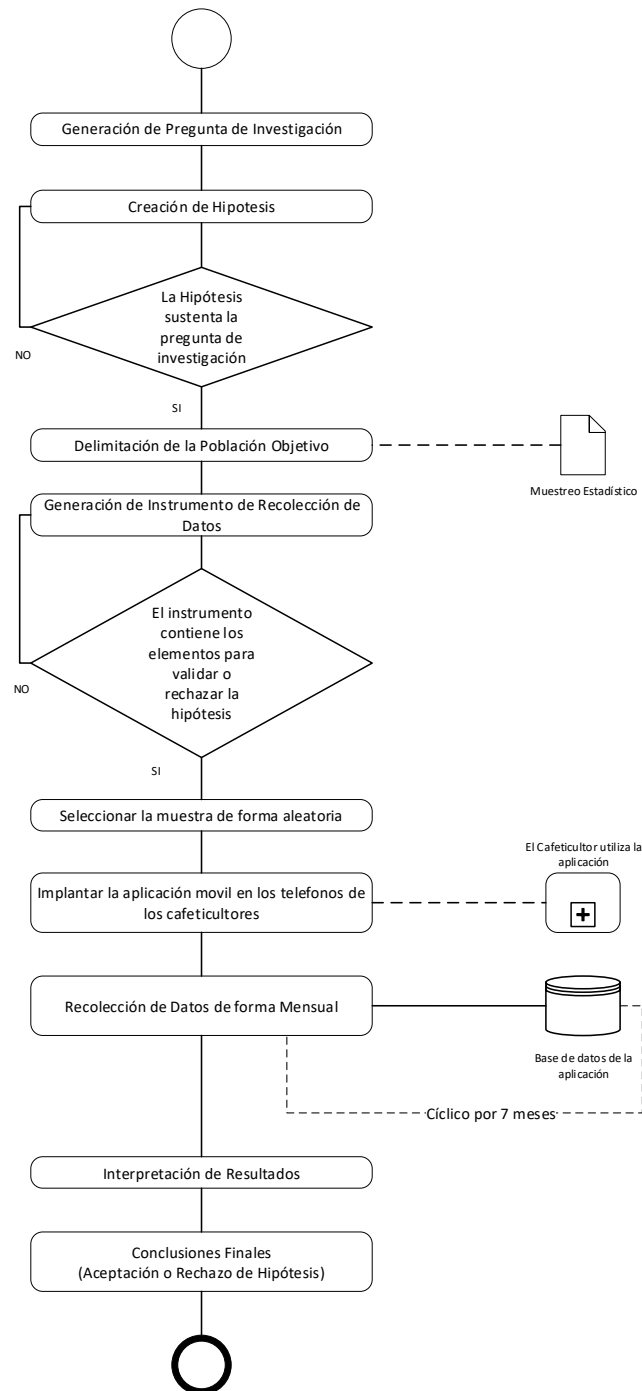
Recursos Materiales

- 1 computadora portátil
- 57 teléfonos celulares
- 1 viáticos de Campo
- 1 automóvil
- 1 programador de la aplicación móvil
- 1 kit de papelería y útiles de oficina


Recursos Humanos

- 1 coordinador de Operaciones
- 1 capturista
- 1 analista de Información
- 56 caticultores

e. Descripción de la Metodología



Recolección de Resultados



Se considera que mediante la implementación de esta metodología se podrán obtener los resultados necesarios, así como su veracidad para poder validar el planteamiento de hipótesis y así tener la posibilidad de validarla o rechazarla según sea el caso.

3.9. Análisis de Datos

A continuación, se presenta la recolección de los datos resultantes de la línea base y de la aplicación del cuestionario a la muestra representativa de la población cafetalera de la localidad de El Mohón en el municipio de Hueytamalco, Puebla.

Cabe mencionar que los valores obtenidos son nominales y su tratamiento se ha centrado en la identificación de las características específicas y necesidades propias de los caficultores con relación al manejo y tratamiento de la roya del café.

El universo de estudio en el presente documento de investigación es de un total de 56 caficultores de la localidad de El Mohón, mismos que han sido analizados a través de los 4 cuestionarios mencionados anteriormente (aspectos técnicos del cultivo, aspectos tecnológicos en el manejo de tecnologías de información, aspectos socioeconómicos y aspectos culturales).

A través de estos 4 aspectos estructurales del instrumento de medición se identificará cuantitativamente el nivel de conocimiento del manejo de la roya en una línea base y podrá ser evaluado contra un proceso de aplicación del sistema experto en campo y generando la misma recolección de los datos de cierre para la toma oportuna de decisiones.

Para la interpretación de los datos y desarrollo del análisis de la estadística descriptiva y prueba de hipótesis se utilizó el software Minitab en su versión 15, desarrollado por la Universidad Estatal de Pensilvania.

Así mismo se utilizó el software Microsoft Excel para la generación de gráficos representativos.

Este software permite obtener la interpretación estadística de los datos obtenidos, de forma descriptiva como analítica. A su vez permite obtener gráficos representativos de las respuestas de los calificadores y permite obtener gráficos de análisis.

3.9.1. Aplicación en Campo

A continuación, se muestra la implementación en campo de la aplicación del Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de la Roya de Café en la localidad de El Mohón del municipio de Hueytamalco, Puebla.



Ilustración 9 Implementación de Sistema Experto en Campo

El sistema experto fue implementado en la localidad de El Mohón, municipio de Hueytamalco, Puebla. Al fondo se aprecia un grupo de caficultores.



Ilustración 10 Seguimiento de Sistema Experto en Campo



Ilustración 11 Seguimiento de Sistema Experto en Campo



Ilustración 12 Seguimiento de Sistema Experto en Campo



Ilustración 13 Seguimiento de Sistema Experto en Campo



Ilustración 14 Seguimiento de Sistema Experto en Campo

A continuación, se muestran las interfaces del Sistema Experto para el reconocimiento de patrones. La aplicación móvil está montada en sistemas operativo Android.

A continuación, se describe cada una de las interfaces funcionales del sistema experto a través del uso de un teléfono celular.

Como primera parte se debe identificar el Sistema Experto en el Menú de aplicaciones del Teléfono.

Posterior a esto es el inicio de sesión del Sistema Experto "app_cafe".

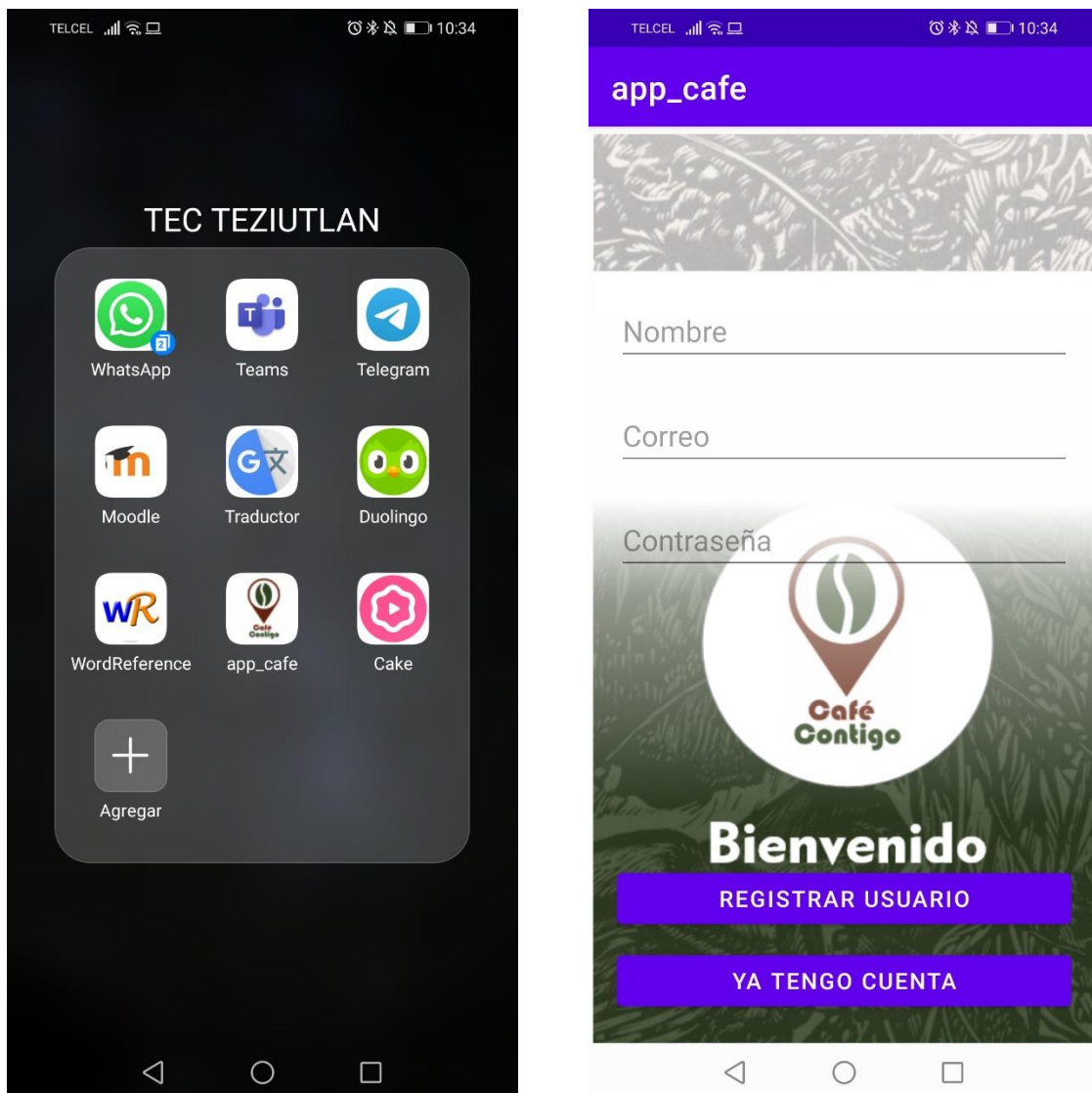


Ilustración 15 Interfaces App_Café

Una vez iniciada la sesión en el sistema experto se desplegará el menú donde se brindará el acceso a “cámara”, “Galería”, y “Analizar”, esto con la finalidad de acceder a las acciones descritas previamente en los diagramas de uso específico.

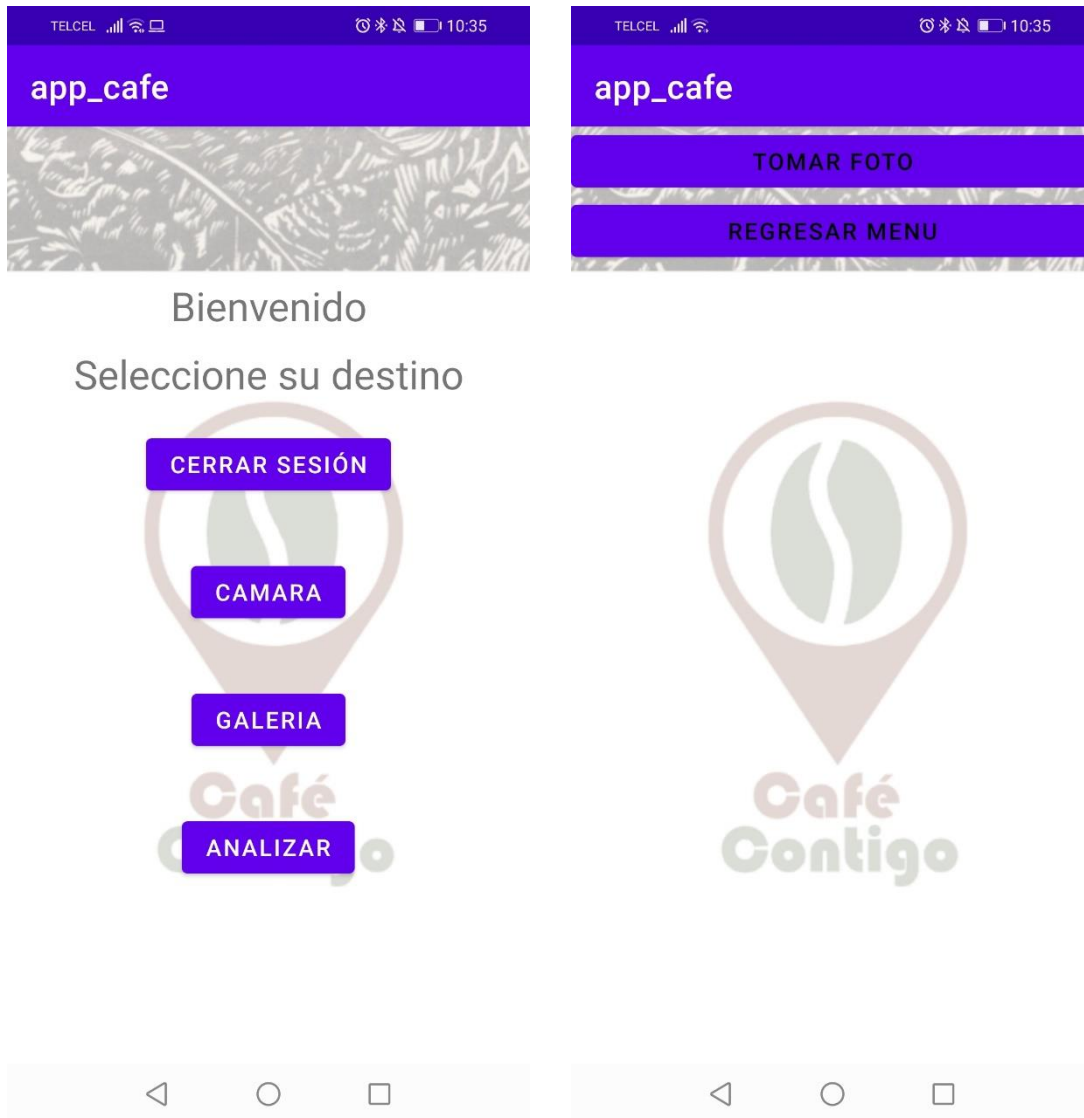


Ilustración 16 Interfaces App_Café

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Selección de Pruebas Estadísticas

4.1.1. Datos Generales

En función de la línea base se pudo identificar que la estructura productiva de las plantaciones de café de la localidad de El Mohón en el municipio de Hueytamalco, Puebla tiene el siguiente comportamiento:

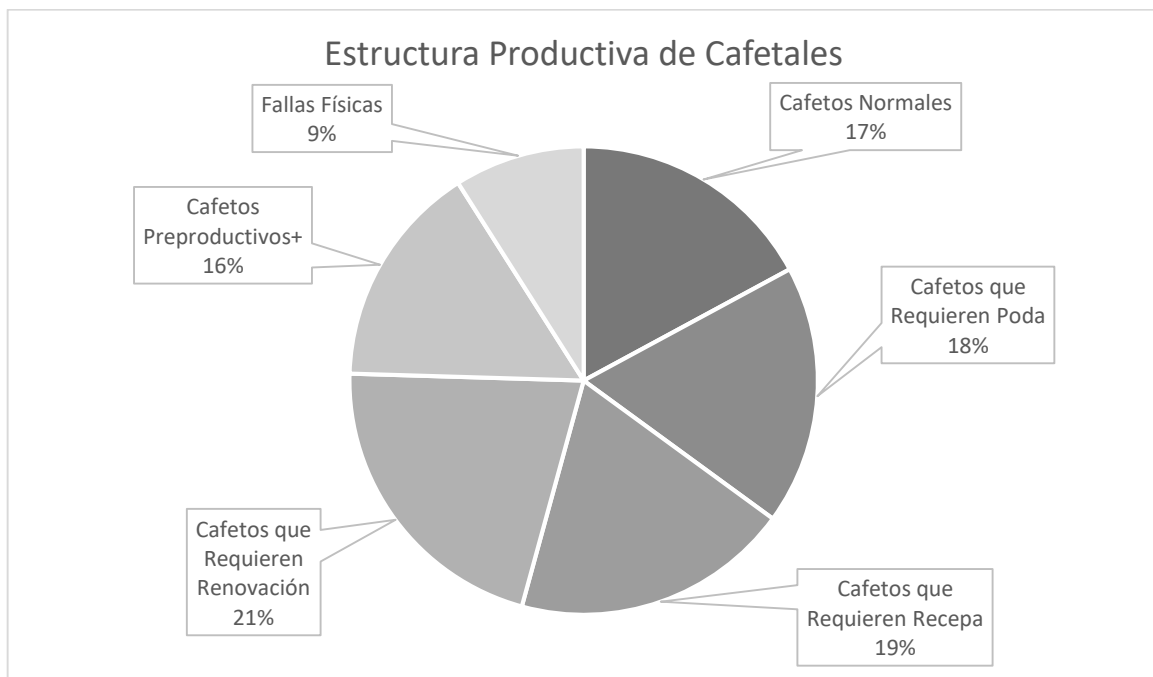


Ilustración 17 Estructura Productiva de Cafetales

A través de la recolección de los 56 cuestionarios se puede identificar la situación productiva de los cultivos de café de la localidad de El Mohón, todo esto con la

intención de identificar las características productivas y la probabilidad de ser susceptibles al ataque de la enfermedad de la roya del café.

En relación a esta información se aprecia que 49% de las plantas de café existente en una finca promedio requieren de acciones de manejo correctivo de forma inmediata, puesto que, solo el 17% son plantas de café normales y en condiciones sanas y de resistencia a enfermedades, un 16% está conformado por cafetos Preproductivos, lo que representa que aún no están en condiciones de generar una producción comercializable. Finalmente, un 18% de las plantas en una finca promedio requieren de algún manejo de podas sanitarias.

Cabe mencionar que esto es de vital importancia para el control de roya de café puesto que, al ser un hongo, esta enfermedad se sustenta de la humedad existe en las fincas, si no existe algún manejo de podas, las plantas alojan un exceso de humedad lo que permite hospedar al hongo.

Con la ayuda del sistema experto se recomendó al caficultor reducir la densidad de material vegetativo en las fincas para reducir la humedad prevaleciente en las fincas.

4.1.1.1. Datos Específicos Línea Base

En función de los datos recolectados de cada uno de los aspectos estratégicos:

- Aspectos Técnicos del Cultivo
- Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información
- Aspectos Socioeconómicos
- Aspectos Culturales

4.1.1.1.1. Aspectos Técnicos del Cultivo

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos técnicos del manejo de la roya en el cultivo de café:

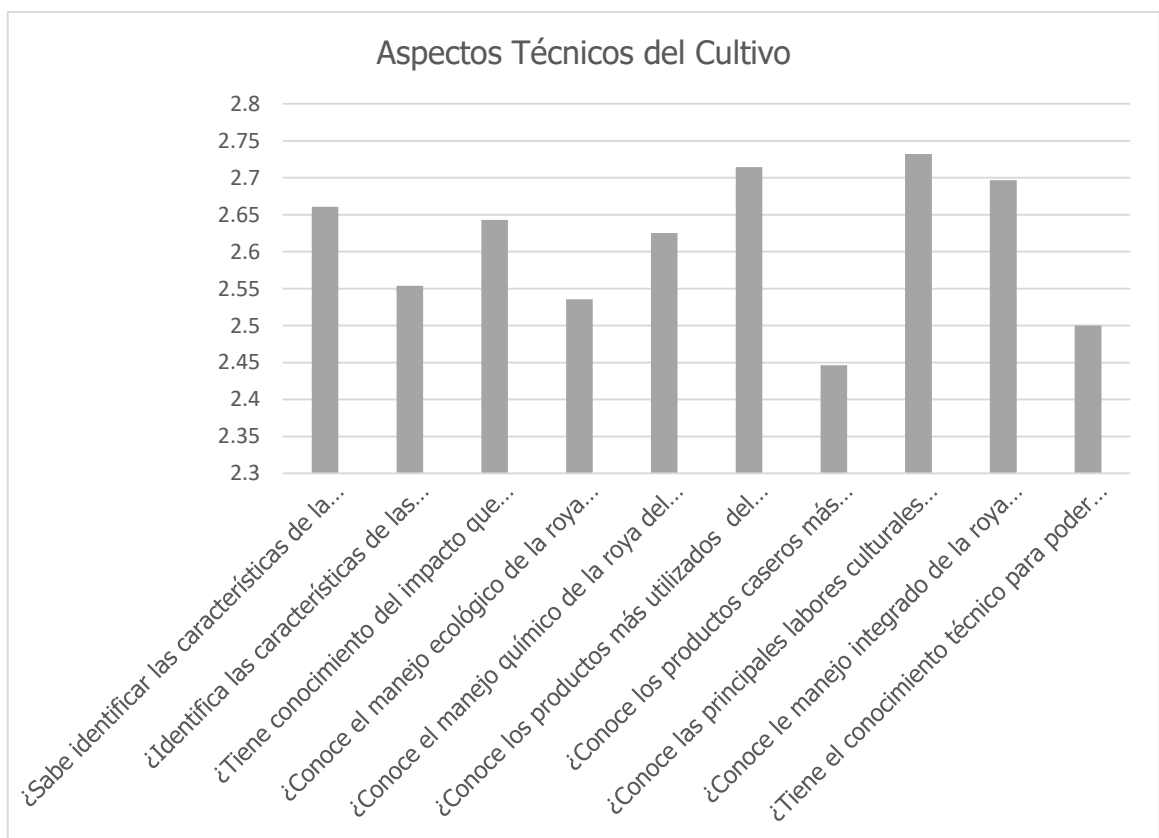


Ilustración 18 Gráfico de Resultados Aspectos Técnicos del Cultivo

Aspectos Técnicos del Cultivo	
¿Sabe identificar las características de la roya en su cultivo de café?	2.66071428
¿Identifica las características de las esporas de la roya del café?	2.55357142
¿Tiene conocimiento del impacto que ocasiona la roya en el cultivo de café?	2.64285714
¿Conoce el manejo ecológico de la roya del café?	2.53571428
¿Conoce el manejo químico de la roya del café?	2.625
¿Conoce los productos más utilizados del mercado para combatir la roya del café?	2.71428571
¿Conoce los productos caseros más utilizados para prevenir a roya del café?	2.44642857
¿Conoce las principales labores culturales para prevenir la roya del café?	2.73214285
¿Conoce le manejo integrado de la roya del café?	2.69642857
¿Tiene el conocimiento técnico para poder desarrollar un muestreo en su parcela para identificar el grado de afectación de la roya del café?	2.5
Promedio de Conocimiento de Aspectos Técnicos del cultivo	2.61071428

Tabla 10 Resultados de Aspectos Técnicos del Cultivo

Con base en estos resultados se puede identificar el grado de conocimiento que poseen los caficultores con relación a los aspectos técnicos en el manejo de la roya del café y cómo es que ellos perciben el impacto que esta enfermedad tiene en la productividad de sus fincas.

El promedio general de los aspectos técnicos del cultivo se encuentra en un nivel nominal de 2.61071428, lo que representa que la población se encuentra en desacuerdo considerando el nivel de conocimientos técnicos. Esto evidencia una necesidad imperante en el manejo agronómico del cultivo.

Si bien los caficultores se encuentran en una situación de ni en acuerdo ni en desacuerdo con respecto al impacto que tiene la roya en el cultivo del café con un 2.64285714 son conscientes de que la roya merma sus unidades de producción y esta afecta por ende su economía.

El manejo y control de la roya evidencia un profundo desconocimiento de las prácticas generales y básicas del manejo de la roya, esto es alarmante puesto que los caficultores son importantes al impacto que genera la roya en sus fincas, manejando promedios de conocimiento de 2.53571428 para los manejos ecológicos, 2.625 para los manejos químicos y 2.69642857 para los manejos integrados.

Un aspecto importante a resaltar es la identificación de la roya sobre las hojas de café, puesto que el promedio de conocimiento es del 2.55357142, esto indica que muchos caficultores pueden llegar a confundir las esporas y el color naranja característico de la roya del café con alguna otra enfermedad o deficiencia nutricional de la planta, lo que propicia una falta de identificación oportuna y prevención de los daños a largo plazo sobre la finca de café.

Así mismo se identifica que los caficultores desconocen las principales actividades de manejo del cultivo de café, y pese a que se podría considerar que, al ser agricultores con años de experiencia en el sector, ellos conocen todos los manejos del cultivo, ratifica la correlación entre el conocimiento del manejo del cultivo y la estructura productiva del cultivo promedio teniendo una deficiencia de 49%.

4.1.1.1.2. Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos tecnológicos en el uso de tecnologías de información:

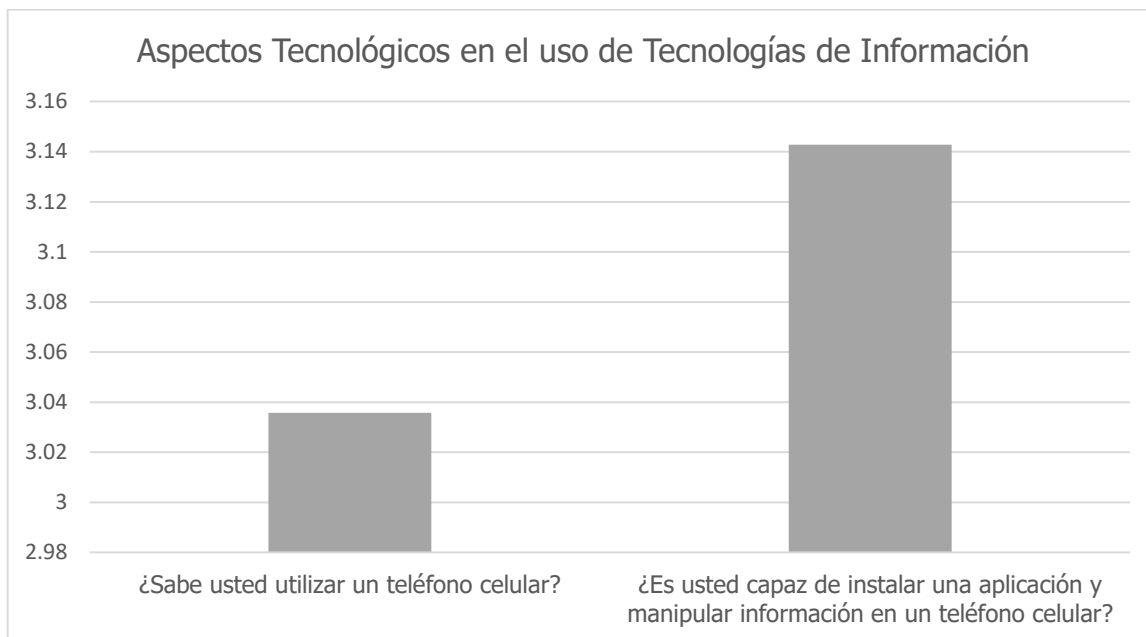


Ilustración 19 Gráficos Resultados Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información	
¿Sabe usted utilizar un teléfono celular?	3.03571428
¿Es usted capaz de instalar una aplicación y manipular información en un teléfono celular?	3.14285714
Promedio de Conocimiento de Aspectos Tecnológico en el uso de Tecnologías de información	3.08928571

Tabla 11 Resultados de los Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

En función de la información recolectada en los Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información es evidente que los caficultores se encuentran confundidos entre su nivel de manejo de herramienta tecnológicas y sobre la manipulación de un sistema experto que les permita contrarrestar los problemas ocasionados por la roya del café.

La mayor parte de los caficultores se encuentran en un promedio de 3.03571428 con relación a la pregunta que hace mención a si saben utilizar un teléfono celular. Las respuestas radican principalmente en que los equipos celulares normalmente los utilizan como medios de comunicación únicamente y no exploran todas las aplicaciones y funciones de los mismos. Esto genera un sentimiento de desconocimiento por parte de los caficultores, sin embargo, con respecto a la pregunta numero dos relacionada a si son capaces de instalar una aplicación y manipular información en un teléfono celular se mostraron más dispuestos a realizarlo con la finalidad de mejorar la situación actual de sus fincas cafetaleras. Las respuestas de esta pregunta mostraron una media de 3.14285714.

Con esta información se puede tener un promedio en el aspecto Tecnológico en el uso de Tecnologías de Información de 3.08928571.

4.1.1.1.3. Aspectos Socioeconómicos

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos socioeconómico:

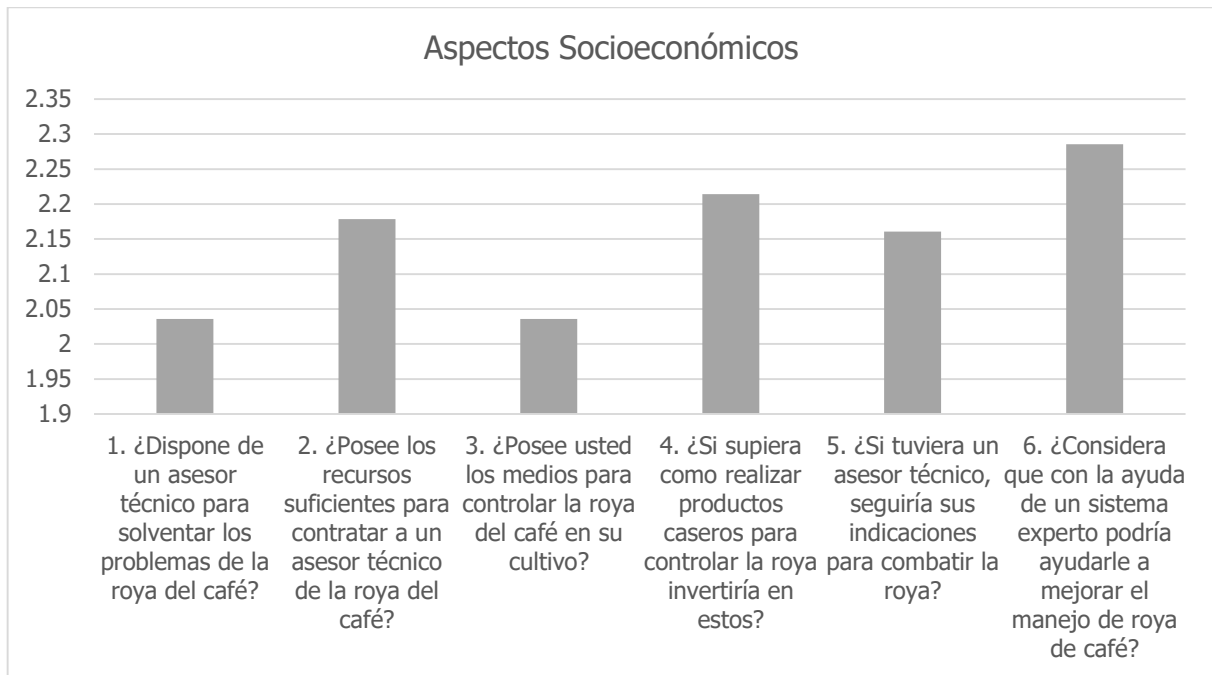


Ilustración 20 Gráfico de Aspectos Socioeconómicos

Aspectos Socioeconómicos	
1. ¿Dispone de un asesor técnico para solventar los problemas de la roya del café?	2.035714286
2. ¿Posee los recursos suficientes para contratar a un asesor técnico de la roya del café?	2.178571429
3. ¿Posee usted los medios para controlar la roya del café en su cultivo?	2.035714286

4. ¿Si supiera como realizar productos caseros para controlar la roya invertiría en estos?	2.214285714
5. ¿Si tuviera un asesor técnico, seguiría sus indicaciones para combatir la roya?	2.160714286
6. ¿Considera que con la ayuda de un sistema experto podría ayudarlo a mejorar el manejo de roya de café?	2.285714286
Promedio de los Aspectos Socioeconómicos	2.8125

Tabla 12 Resultados de Aspectos Socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos fueron cruciales para el desarrollo de la presente investigación, puesto que uno de los factores que merman la productividad cafetalera de la localidad de El Mohón y prácticamente del país, es la falta de recursos económicos para contratar servicios de asesoría y extensionismo de forma puntual y contante. Esto debilita la estructura organizacional de los caficultores y reduce sus posibilidades de atender sus fincas de forma preventiva.

Si bien los gobiernos a sus distintos niveles de gobiernos han emprendidos campañas y programas de extensionismo, estos no han sido productivos, puesto que no se han podido alinear a las necesidades propias de los caficultores y sus regiones.

Las principales respuestas de los caficultores están en un rango de "en desacuerdo", esto representa que los mismos no se encuentran en condiciones para contratar servicios de un ingeniero agrónomo que pueda estar al pendiente de sus fincas.

Si bien a través de la contratación colectiva de unidades de producción podría ser más fácil acceder a este tipo de servicios la segregación agrícola continúa siendo un impedimento para potencializar esta posibilidad.

En términos generales la población propia de este proyecto de investigación manifiesta que se encuentra en un nivel 2.151785714 en relación a si tienen los medios económicos para contratar u servicio de asesoría.

4.1.1.1.4. Aspectos Culturales

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos culturales:

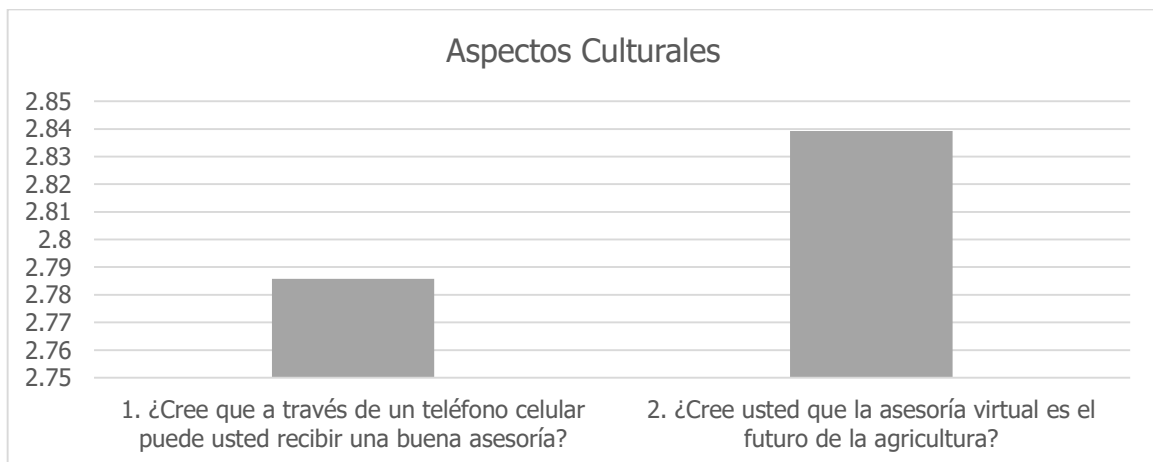


Ilustración 21 Gráfico Aspectos Culturales

Aspectos Culturales	
1. ¿Cree que a través de un teléfono celular puede usted recibir una buena asesoría?	2.785714286
2. ¿Cree usted que la asesoría virtual es el futuro de la agricultura?	2.839285714
Sumatoria de los aspectos Técnicos	2.8125

Tabla 13 Resultados Aspectos Culturales

Con relación a la manera en que los caficultores perciben a un sistema experto, a través de una aplicación móvil, y más aún, que este les pueda brindar soporte técnico, los caficultores muestran escepticismo manifestando nivel nominal promedio de 2.8125.

A través de esta línea base se pudo apreciar que de acuerdo a la implementación del instrumento de recolección de datos se tiene un promedio general de conocimiento y adaptación de 50.8214.

Este promedio general será utilizado para medir el índice de variación del conocimiento con respecto a la aplicación del sistema experto.

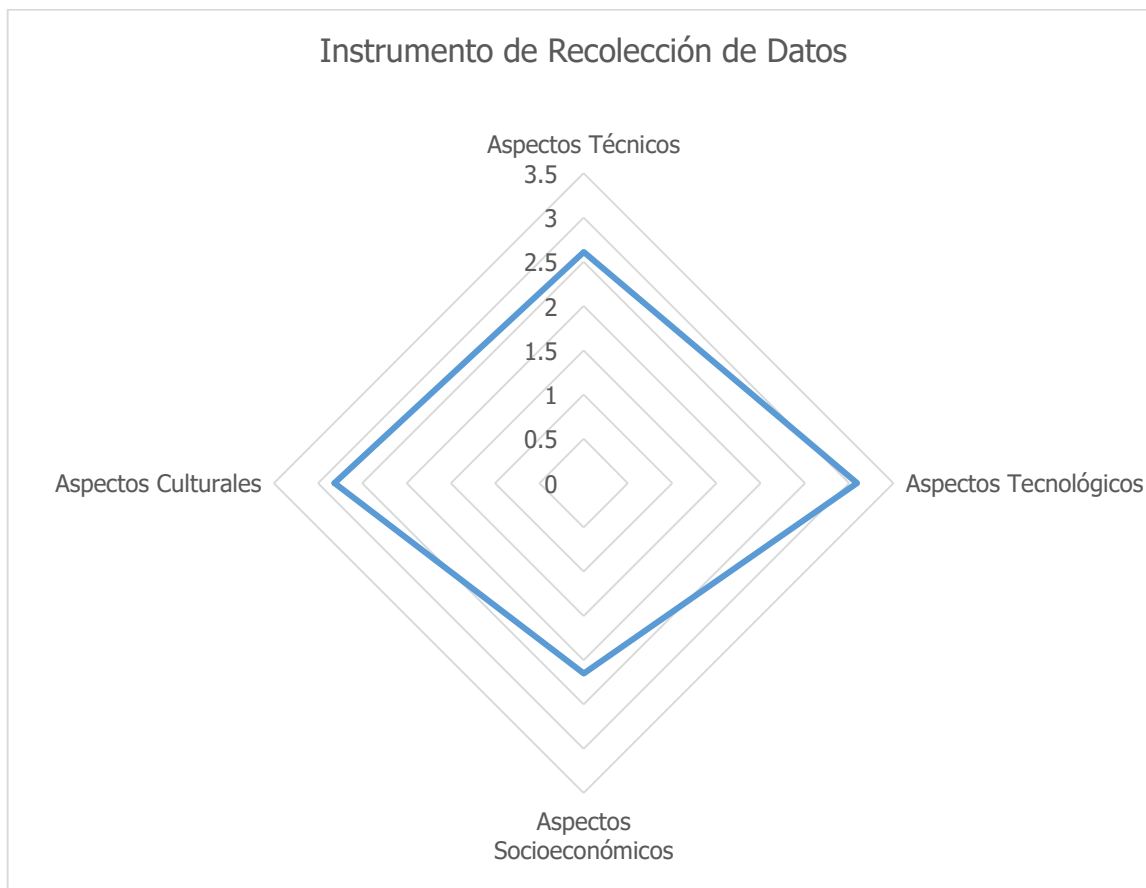


Ilustración 22 Gráfico del Comportamiento de los 4 Aspectos

4.1.1.2. Datos Específicos Cierre de Proyecto

En función de los datos recolectados de cada uno de los aspectos estratégicos:

- Aspectos Técnicos del Cultivo
- Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información
- Aspectos Socioeconómicos
- Aspectos Culturales

4.1.1.2.1. Aspectos Técnicos del Cultivo

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos técnicos del manejo de la roya en el cultivo de café:

Aspectos Técnicos del Cultivo	
¿Sabe identificar las características de la roya en su cultivo de café?	4.03571429
¿Identifica las características de las esporas de la roya del café?	3.94642857
¿Tiene conocimiento del impacto que ocasiona la roya en el cultivo de café?	3.82142857
¿Conoce el manejo ecológico de la roya del café?	3.17857143
¿Conoce el manejo químico de la roya del café?	3.14285714
¿Conoce los productos más utilizados del mercado para combatir la roya del café?	3.83928571
¿Conoce los productos caseros más utilizados para prevenir a roya del café?	3.91071429
¿Conoce las principales labores culturales para prevenir la roya del café?	3.92857143
¿Conoce le manejo integrado de la roya del café?	3.19642857

¿Tiene el conocimiento técnico para poder desarrollar un muestreo en su parcela para identificar el grado de afectación de la roya del café?	3.92857143
Promedio de Conocimiento de Aspectos Técnicos del cultivo	3.69285714

Tabla 14 Resultados Aspectos Técnicos Cierre

A través de la implementación del sistema experto se generó un incremento significativo en el nivel de conocimiento de los principales factores y características propios de la roya del café. Esto gracias a la ayuda del reconocimiento de patrones y características de la roya. Esto de forma secundaria educó al caficultor para identificar las propiedades del hongo y que este fuera más fácil de detectar.

Un factor importante es que el caficultor presentó dificultad para adquirir de forma efectiva el conocimiento sobre el manejo integrado de la roya del café, esto puede ser atribuido a factores culturales y de disciplina del caficultor, sin embargo, mejoró notablemente la forma en la que este se preparó para combatir la roya del café.

4.1.1.2.2. Aspectos Tecnológicos del uso de Tecnologías de Información

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos tecnológicos del uso de tecnologías de información:

Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información	
¿Sabe usted utilizar un teléfono celular?	3.78571
¿Es usted capaz de instalar una aplicación y manipular información en un teléfono celular?	4
Promedio de Conocimiento de Aspectos Tecnológico en el uso de Tecnologías de información	3.89285

Tabla 15 Resultados Aspectos Tecnológicos Cierre

En los aspectos tecnológicos para el uso de tecnologías de información el comportamiento fue similar al presentado en la línea base, esto se atribuye a que los caficultores únicamente instalaron el sistema experto y aprendieron a manipularlo, sin embargo, con respecto a las demás funciones de los teléfonos celulares no desarrollaron mayor aprendizaje.

4.1.1.2.3. Aspectos Socioeconómicos

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos socioeconómicos:

Aspectos Socioeconómicos	
1. ¿Dispone de un asesor técnico para solventar los problemas de la roya del café?	3.017857143
2. ¿Posee los recursos suficientes para contratar a un asesor técnico de la roya del café?	3.125
3. ¿Posee usted los medios para controlar la roya del café en su cultivo?	3.125
4. ¿Si supiera como realizar productos caseros para controlar la roya invertiría en estos?	2.821428571
5. ¿Si tuviera un asesor técnico, seguiría sus indicaciones para combatir la roya?	3.339285714
6. ¿Considera que con la ayuda de un sistema experto podría ayudarle a mejorar el manejo de roya de café?	3.017857143
Promedio de los Aspectos Socioeconómicos	3.074404762

Tabla 16 Resultados Aspectos Socioeconómicos Cierre

Los aspectos socioeconómicos preponderantes en el presente documento de investigación representan la manera en cómo los caficultores proyectan las posibilidades de desarrollo que perciben en su entorno.

Una ventaja que presenta la presencia del sistema experto para combatir la roya es que le brinda certidumbre a los caficultores, principalmente esto enfocado en que consideran que el sistema experto es una buena opción para atender de forma inmediata sus fincas sin la necesidad de contratar los servicios de un asesor externo.

4.1.1.2.4. Aspectos Culturales

De acuerdo a la recolección de los 56 cuestionarios realizados el comportamiento de los caficultores participantes fue el siguiente:

Este fue el comportamiento del grado de conocimiento de los aspectos culturales:

Aspectos Culturales	
1. ¿Cree que a través de un teléfono celular puede usted recibir una buena asesoría?	3.267857143
2. ¿Cree usted que la asesoría virtual es el futuro de la agricultura?	2.946428571
Sumatoria de los aspectos Técnicos	3.107142857

Tabla 17 Resultados Aspectos Culturales Cierre

4.2. Realización de Análisis (Interpretación)

Con base en los resultados obtenidos tanto de línea base como de cierre, se pudieron obtener datos significativos que permiten desarrollar la comprobación de la hipótesis planteada en el presente documento de investigación.

A continuación, se presenta la interacción de cada uno de los 4 aspectos desarrollados en el instrumento de recolección de datos y de esta forma visualizar de forma gráfica el incremento del conocimiento con la ayuda del sistema experto de reconocimiento de patrones.



Ilustración 23 Interacción de los 4 Aspectos

4.2.1. Interpretación Aspectos Técnicos del cultivo de café

En la presente gráfica se puede identificar el incremento relacionado al nivel de conocimiento adquirido por los caficultores con relación a los aspectos técnicos del cultivo de café.

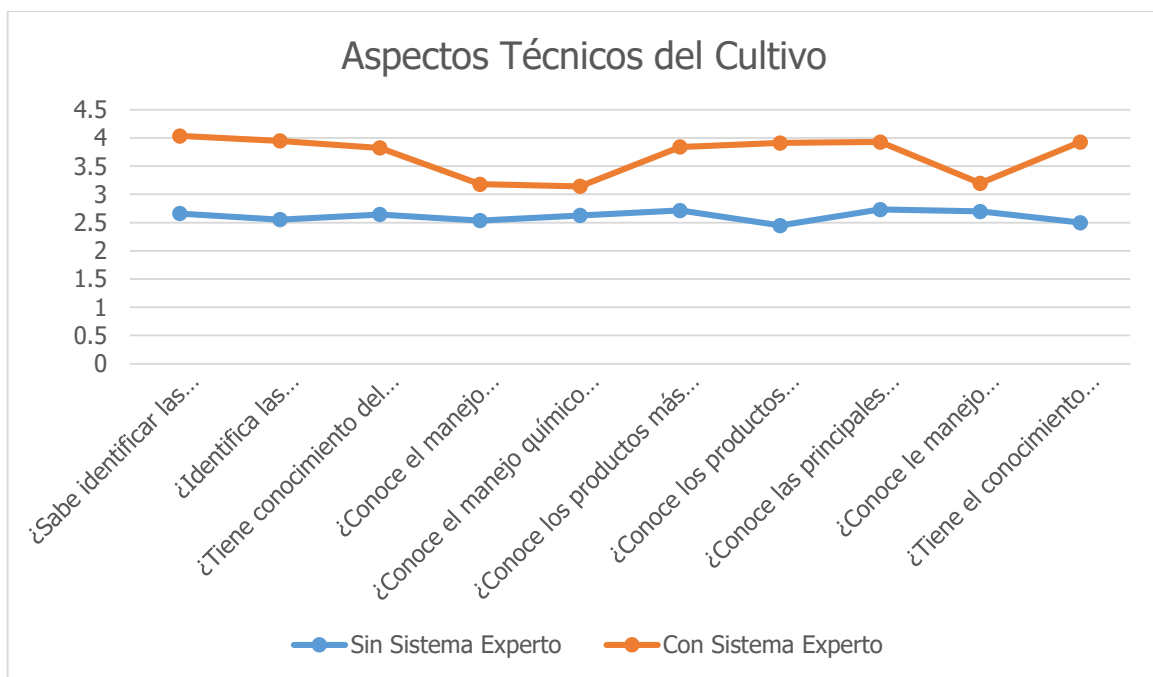


Ilustración 24 Interpretación Aspectos Técnicos

Con el apoyo del Sistema Experto se logra apreciar una creciente absorción del conocimiento sin embargo es evidente que a los caficultores les cuesta trabajo adquirir los conocimientos en relación al manejo ecológico de roya de café, el manejo químico de la roya de café y el manejo integrado de la roya de café.

Un factor importante que se aprecia con el apoyo del sistema experto de reconocimiento de patrones de la roya del café, ha sido la identificación y conocimiento de las características principales de la roya.

Así mismo a través de este sistema experto el caficultor logra tener una mayor conciencia de los problemas y las posibles soluciones.

4.2.2. Interpretación Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información

En la presente gráfica se puede identificar el incremento relacionado al nivel de conocimiento adquirido por los caficultores con relación a los aspectos tecnológicos en el uso de tecnologías de información.

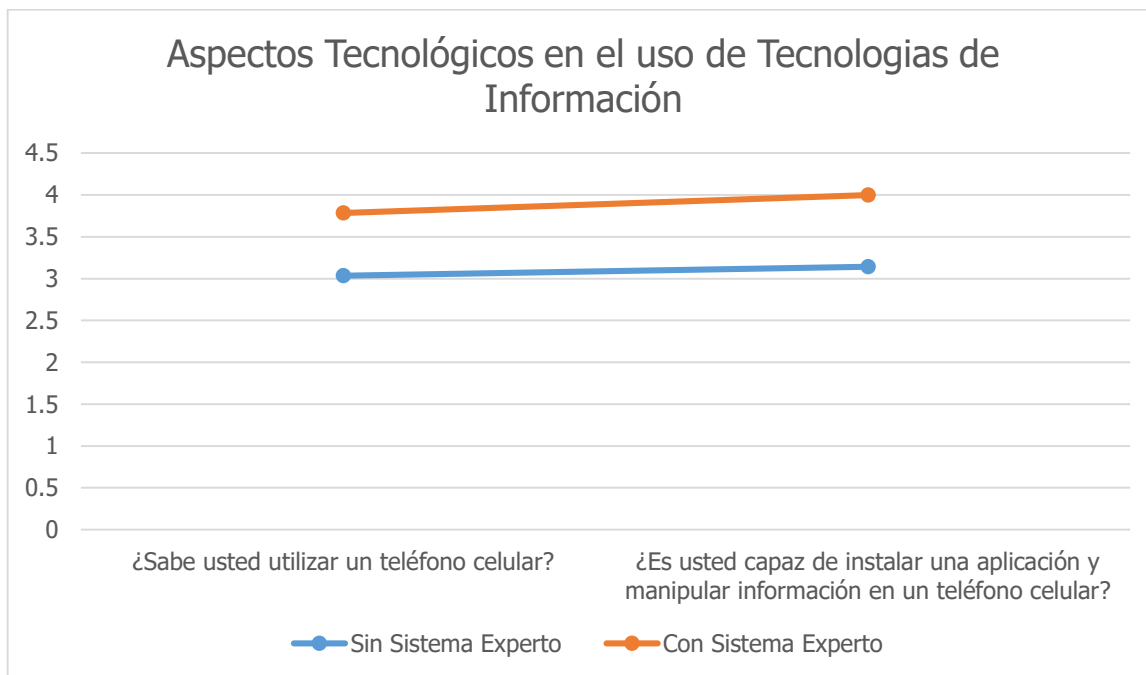


Ilustración 25 Interpretación Aspectos Tecnológicos

El comportamiento de los aspectos tecnológicos en el uso de tecnologías de información fue de forma paralela incremental puesto que mejoró la percepción del caficutor con relación al uso de tecnologías.

Es importante mencionar que los caficutores se comportaron de forma mesurada al considerar que, a pesar de la interfaz, la interacción de los usuarios con los teléfonos celulares es limitada.

4.2.3. Interpretación Aspectos Socioeconómicos

En la presente gráfica se puede identificar el incremento relacionado al nivel de conocimiento adquirido por los caficultores con relación a los aspectos socioeconómicos.

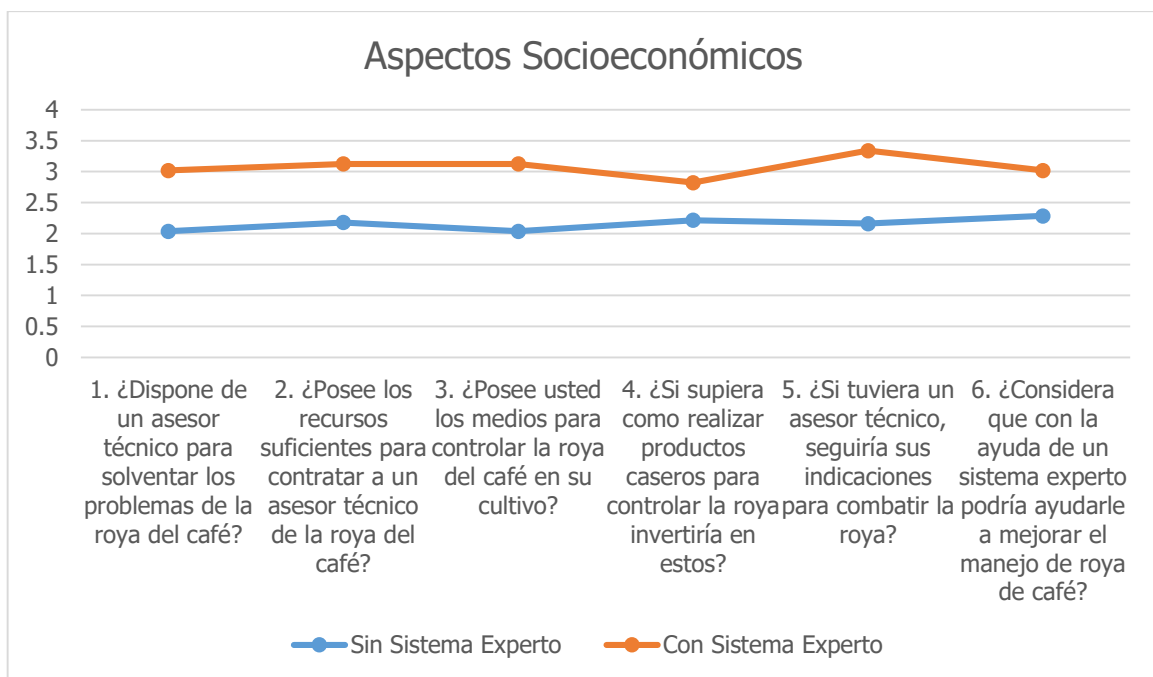


Ilustración 26 Interacción Aspectos Socioeconómicos

Con base en los datos recolectados en el cuestionario de aspectos socioeconómicos, se aprecia una madurez y análisis de los caficultores en las repuestas generadas, se aprecia un incremento paralelo con una excepción.

Los caficultores no presentaron un incremento considerable en la pregunta relacionada a la creación de productos caseros para el combate de roya, esto se

atribuye a que en años anteriores tuvieron capacitaciones relacionadas con la creación de productos caseros.

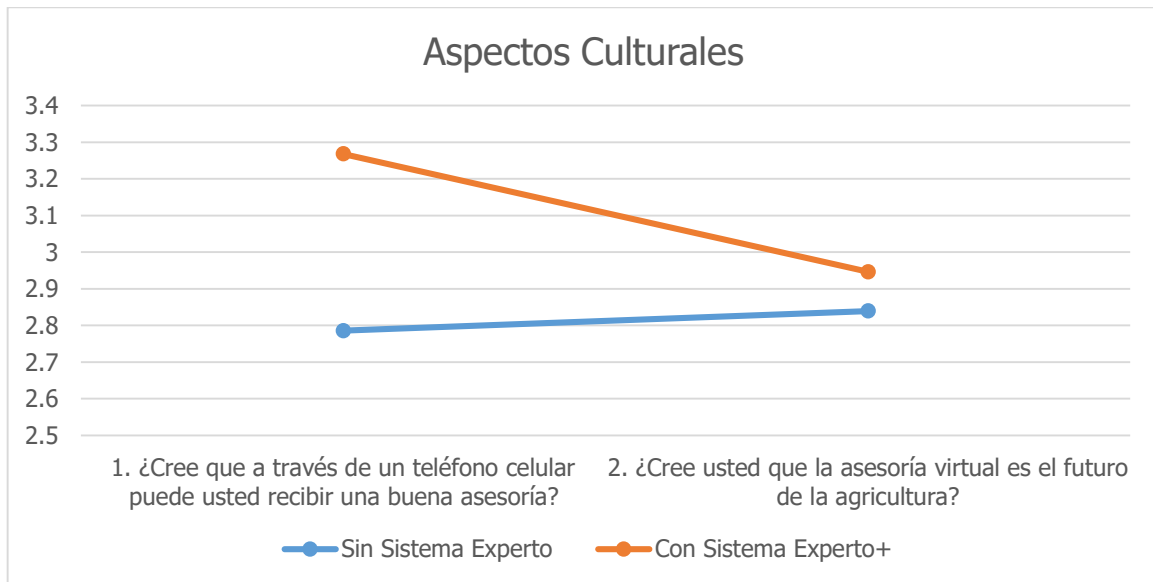


Ilustración 27 Interpretación Aspectos Culturales

Finalmente, con base en las respuestas de cuestionario de aspectos culturales los caficultores visualizan que es factible recibir asesoría a través de un teléfono celular, sin embargo, al momento de considerar que la asesoría virtual, los caficultores consideran que es una herramienta importante, pero es importante preservar la participación de los ingenieros agrónomos.

4.3. Comprobación de la Hipótesis

Con sustento en el planteamiento de la hipótesis del presente documento de investigación se puede considerar los siguientes criterios:

Hipótesis:

“Con el uso de un Sistema Experto de reconocimiento de roya del Café se podrá incrementar en un 20% el conocimiento de los caficultores en el manejo integrado de roya de café, con relación a la línea de base del año 2019, en la localidad de El Mohón perteneciente al municipio de Hueytamalco Puebla”.

El sustento técnico para identificar el incremento o decremento del conocimiento en el manejo integrado de roya de café está sustentado a través de la variación porcentual entre la línea base y el cuestionario de cierre.

Para esto se presenta la Estadística Descriptiva de la variación entre la recolección de datos con y sin el Sistema Experto de reconocimiento de patrones para el manejo de Roya de Café.

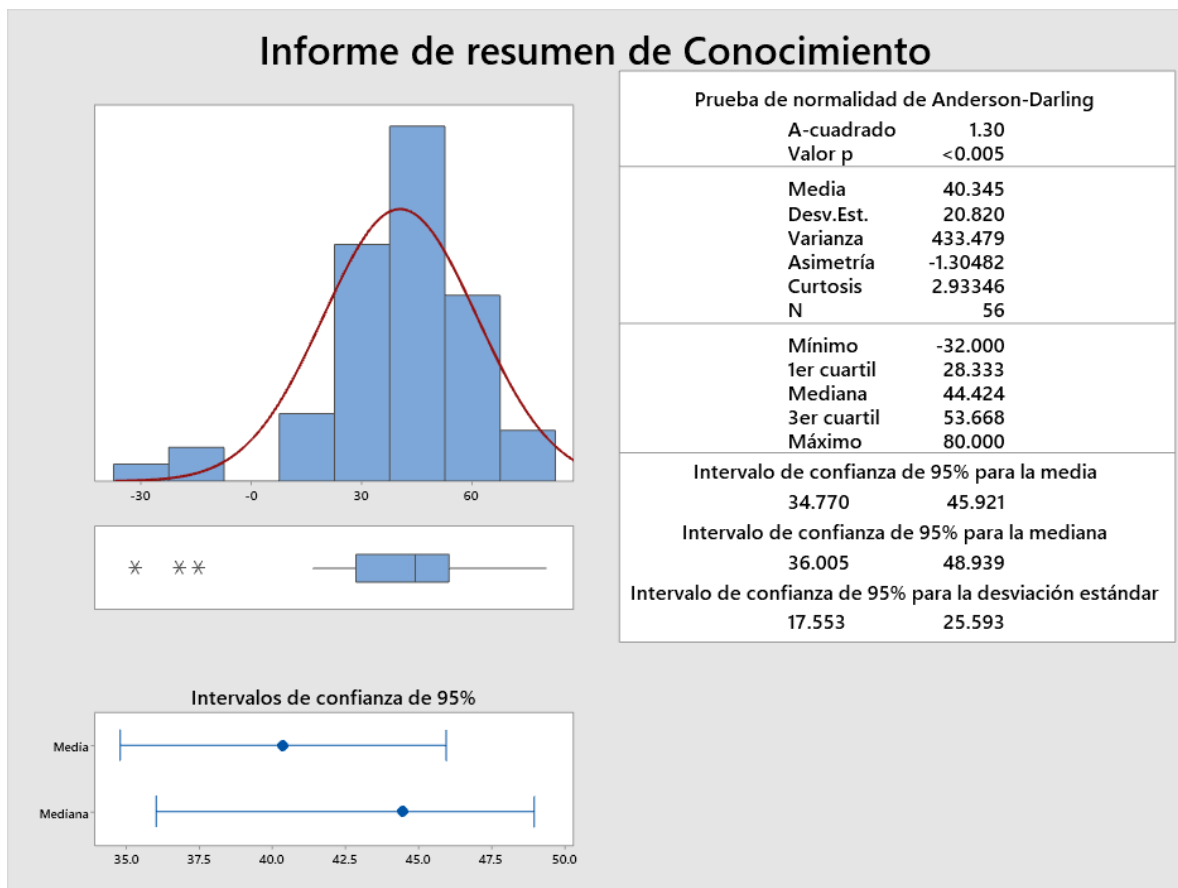


Ilustración 28 Estadística Descriptiva Variación Porcentual

El informe de resumen de la variación porcentual entre la aplicación y conocimiento de manejo de roya de café a través del Sistema Experto de reconocimiento de patrones de la roya de café permite generar el método de prueba de hipótesis mediante métodos estadísticos para validar o rechazar la hipótesis nula.

Con base en los resultados obtenidos se puede identificar una desviación estándar conocida de 20.820, así mismo se identifica que se tiene una media de 40.345, con una población de 56 participantes.

El tipo de distribución plasmada en la gráfica Ilustración 20 es considerada de tipo normal.

Para el desarrollo de la prueba de hipótesis se considera que será a través de la Prueba de Hipótesis con el estadístico Z, esto con base en los siguientes datos:

Muestra = 56 Caficultores

Desviación Estándar = 20.820

Nivel de Significancia = 0.05

En función de esto y con base en el planteamiento teórico de la hipótesis donde se manifiesta que a través del uso del sistema Experto se puede incrementar en un 20% el nivel de conocimiento de los caficultores para el manejo de la roya de café las hipótesis de plantean de la siguiente manera:

$H_0 \Rightarrow 20$

$H_1 < 20$

Con base en este planteamiento se puede desarrollar el proceso de prueba de hipótesis y se observan los siguientes resultados sustanciosos que permiten comprobar los datos de la hipótesis.

Estadísticas descriptivas

<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>Error estándar de la media</u>	<u>Límite superior de 95% para μ</u>
56	40.35	20.82	2.78	44.92

μ : media de Conocimiento

Desviación estándar conocida = 20.82

Ilustración 29 Datos Estadísticos Relevantes

A través de la Estadística Descriptiva que sustenta la prueba de hipótesis se muestran en el gráfico ilustración 21.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 20$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 20$

Valor Z Valor p

7.31 1.000

Ilustración 30 Resultado de la Prueba de Hipótesis

En función de la prueba se puede identificar que la Hipótesis Nula se validará siendo mayor o igual a 20, siempre y cuando el nivel de p sea mayor al nivel de significancia.

En este sentido se planteó un nivel de significancia del 0.05 y a través de la prueba de hipótesis se obtuvo un nivel p de 1.000 por lo tanto se descarta la Hipótesis Alternativa y se valida la Hipótesis Nula.

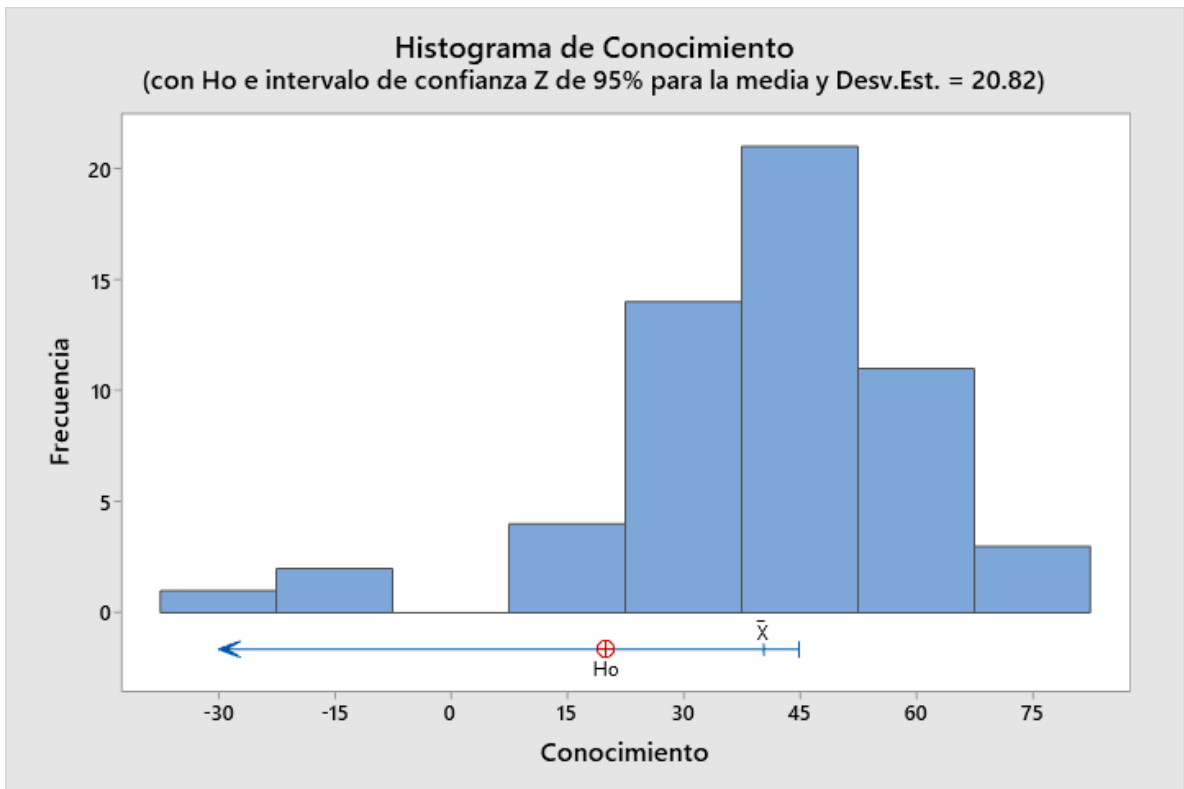


Ilustración 31 Grafico de Prueba de Hipótesis

En la Ilustración 23 se puede visualizar el comportamiento de la variación porcentual de cada una de las observaciones de los 56 caficultores muestreados, así mismo se idéntica el límite de la H_0 y el área comprendida por la H_1 .

Es evidente el comportamiento incremental del nivel de conocimiento adquirido y la percepción de los caficultores mediante el uso del Sistema Experto.

A través del manejo de dicho sistema se logró obtener incremento en la variación porcentual del conocimiento de los caficultores en el manejo de la roya de café con relación a la línea base del año 2019 de un 36.5%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1. Resultados y Conclusiones

La implementación de un Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de la Roya de Café en la localidad de El Mohón en el municipio de Hueytamalco, Puebla ha permitido crear un camino hacia la modernización de los procesos de asistencia técnica y acompañamiento agrícola para los caficultores, puesto que un sistema que identifica las características propias de la enfermedad y al mismo tiempo emite una recomendación para que el caficultor sea capaz de desarrollar acciones de contención y combate a la enfermedad.

Es importante destacar la participación de la población de El Mohón y principalmente de la población muestral, puesto que, presentaron disposición y compromiso en el uso del Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de la roya. Sin ellos, esta investigación no habría tenido los resultados obtenidos. Es evidente que la mayor parte de los caficultores muestreados presentaron un nivel moderado de resistencia al cambio y adaptación al uso de tecnologías emergentes por el propio desconocimiento de las funciones que tienen actualmente a su alcance.

La población muestreada presenta un cierto nivel de escepticismo con relación hacia sí la asistencia virtual para la resolución de problemas productivos de las unidades de producción de café será el futuro de la caficultura, sin embargo, presentaron entusiasmo con la aplicación del sistema experto. Los caficultores consideran que el Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de Roya de Café es una excelente herramienta de reconocimiento, diagnóstico y acompañamiento para combatir la roya de café de manera preventiva, sin embargo, para casos donde el

nivel de presencia de la roya de café es crítico, es indispensable la participación de los ingenieros agrónomos y su conocimiento fitosanitario.

Un aspecto importante a considerar es la mejora en relación al acompañamiento de los caficultores sin la necesidad de generar grandes inversiones que mermen de forma drástica la economía de los caficultores. La creación e implementación de un Sistema Experto para el reconocimiento de patrones de Roya de Café se sustentó a partir de la necesidad de los caficultores por resolver uno de los principales problemas que afectan la productividad de las fincas cafetaleras de la localidad de El Mohón, esto teniendo como principio base la situación económica de los caficultores, puesto que los ingresos anuales por unidad de producción no son capaces de sostener una familia promedio del sector agrícola y por ende es imposible destinar parte de ese ingreso para la contratación de un agrónomo.

Con esta premisa se plantea que el Sistema Experto sea capaz de amortiguar la carga económica inicial que representaría la contratación de un ingeniero agrónomo para el combate de Roya. Si bien el Sistema Experto no es un sustituto de un ingeniero agrónomo, si es capaz de orientar al caficultor para resolver la mayor parte de los problemas más comunes y sencillo. Esto representaría que sería capaz de incrementar la productividad de manera moderada a significativa considerando el estado de la estructura productiva de sus fincas cafetaleras. Esto representaría que de corto a mediano plazo el caficultor sería capaz de incrementar sus ingresos gracias al manejo oportuno de la roya de café y esto representaría que a largo plazo y con un periodo de adaptación al uso de tecnologías de información el caficultor estaría en condiciones de contratar los servicios de un ingeniero agrónomo para atender casos muy específicos que comprometan la productividad de sus unidades de producción.

Como se menciona en los párrafos anteriores la participación que se generó en el manejo del sistema Experto para el reconocimiento de patrones de la Roya de Café emitió datos e información de suma importancia sobre el comportamiento y adaptación de los caficultores en la resolución de problemas.

Con el análisis de la variación porcentual entre el cierre del proceso de observación y la línea base considerando como el análisis inicial de la situación de los caficultores a través del instrumento de recolección de datos se percibe un incremento en el nivel de conocimiento sobre el manejo de la roya de café a través del análisis de los 4 aspectos estructurales de dicho instrumento.

Con el incremento del nivel de conocimiento sobre el manejo de la Roya de café mediante el uso del Sistema Experto de reconocimiento de patrones de Roya de Café del 36.5% con relación a la línea base del año 2019 es evidente la validación de la hipótesis planteada y con ello el cumplimiento de los objetivos planteados:

Con respecto al objetivo general: *"Incrementar en un 20% el conocimiento de los caficultores en el manejo integrado de roya de café, con relación a la línea base del año 2019 a través del manejo fitosanitario de la roya del café mediante el uso de un Sistema Experto con el fin de orientar a los caficultores sobre el manejo y control."*

Se cumplió con el objetivo general desarrollando el incremento de un 36.5% el nivel de conocimiento adquirido con respecto al manejo de la roya de café.

Gracias al estudio del arte que se generó se lo logro identificar proyectos y sistemas similares que se han generado en México y en otras partes del mundo. Esto permite visualizar la creciente incorporación de las Tecnologías de Información al sector agrícola.

A través del diseño e implementación del Sistema Experto de Reconocimiento de patrones de la Roya de Café, se logró tener la participación de 56 caficultores de la localidad de El Mohón pertenecientes al municipio de Hueytamalco, Puebla.

Con esto se logró identificar las características Fitotécnicas del cultivo de café y gracias al desarrollo de la aplicación móvil se permitió entregar a los caficultores un sistema amigable y al alcance de sus teléfonos celulares.

Finalmente, a través del comparativo se logró identificar el impacto que tuvo el uso del sistema Experto en la localidad de El Mohón, Hueytamalco. Con ello se validó la hipótesis planteada y se llegó a la siguiente conclusión.

El uso de un Sistema Experto para el reconocimiento de patrones para la Roya del Café es una herramienta necesaria y se valida la adopción de la Tecnología para los caficultores de la localidad de El Mohón, municipio de Hueytamalco, Puebla. En un periodo a mediano plazo el establecimiento como un instrumento de acompañamiento será posible y eficiente. El incremento de la productividad será una consecuencia de la implementación gracias al incremento del conocimiento del caficultor hacia el combate de la roya de café y el mantenimiento de las fincas cafetaleras.

Gracias a las contribuciones del presente documento de investigación y con el soporte del Sistema Experto de reconocimiento de patrones de la Roya de Café se

logra contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles vigentes en la Agenda 2030 de la ONU trabajando de forma específica y alineado con las metas propias del Objetivo número 1 "Fin de la Pobreza".

Dentro del objetivo número 1 el presente documento de investigación impacta directamente en la meta 1.1. erradicar toda la pobreza extrema para todas las personas del mundo y en la meta 1.2. reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños y niñas de todas las edades que viven en la pobreza en todas sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales.

CAPÍTULO VI
COMPETENCIAS
DESARROLLADAS

Competencia Tecnológica: El desarrollo de un Sistema Experto de reconocimiento de patrones de la enfermedad de la Roya Anaranjada en el Café representa un avance en la forma de acercar la tecnología al sector agrícola del estado de Puebla y del País. La versatilidad del presente proyecto representa acercar el conocimiento y desarrollo de técnicas agronómicas a los caficultores en tiempo real.

Competencia Económica: Como bien se menciona en párrafos anteriores la economía promedio de un caficultor de la región nororiental del estado de Puebla no permite la designación de recursos para el pago de asistencia técnica o del seguimiento de un ingeniero agrónomo en primera instancia. Con la llegada del Sistema Experto el caficultor tendrá acceso al conocimiento y métodos de control para combatir la enfermedad de la roya del café y con ello incrementar gradualmente su nivel económico al optimizar sus unidades de producción.

Competencia social: Al entregar al caficultor un Sistema Experto de reconocimiento de patrones se prevé que mejore sus condiciones económicas y por ende su calidad de vida, la interrelación entre caficultores de la misma localidad brindara un incremento del bienestar y del tejido social al involucrar a jóvenes en el manejo agronómico de las fincas cafetaleras.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

- Alejandra Perez-Mena¹, J. A.-Z.-C.-G. (12 de 09 de 2019). *Una aplicación móvil para el monitoreo de cultivos: caso de estudio campaña contra el pulgón amarillo del sorgo.* Obtenido de http://www.scielo.meec.pt/scielo.php?scrip=sci_arttext&pid=S1646-98952019000100010
- Bazán Jiménez Geomayra Yalila, H. S. (2019). *Creación de un modelo ontológico para el control y monitoreo de los cultivos de arroz, café y cacao.* Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39269>
- José, M. T. (2018). *Farmer APP: prototipo de software de autogestión administrativo de inversión en proyectos agrícolas para los agricultores socios de la Cooperativa de Arroceros-Serviarroz LTDA, en la zona de la meseta de Ibagué, departamento del Tolima.* Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25937>
- Lázaro, P. L. (Marzo de 2018). *EL CAFÉ EN MÉXICO DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVA.* Obtenido de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/30EI%20caf%C3%A9%20en%20M%C3%A9xico:%20diagn%C3%B3stico%20y%20perspectiva.pdf>
- Saldaña Vega Lizeth Yanelí, T. M. (2019). *Desarrollo de una aplicación móvil informativa sobre la temporada de frutas nativas que se producen en la providencia San Marcos, 2018.* Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/853>
- Alejandra Perez-Mena¹, José Alberto Fernández-Zepeda¹, Juan Pablo Rivera-Caicedo², Himer Avila-George. (2019). Una aplicación móvil para el monitoreo de

cultivos: caso de estudio campaña contra el pulgón amarillo del sorgo. 12/09/2019,
de Scielo Portugal Sitio web:
http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952019000100010

Diego Hernando Florez Martinez, Claudia Patricia Uribe Galvis. (2018). Colección: Análisis y Reflexión en torno al Sector Agropecuario. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA.

Montealegre Torres Francisco José. (2018). Farmer APP: prototipo de software de autogestión administrativo de inversión en proyectos agrícolas para los agricultores socios de la Cooperativa de Arroceros – Serviarroz LTDA, en la zona de la meseta de Ibagué, departamento del Tolima.. 12/09/2019, de Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sitio web: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25937>

Saldaña Vega Lizeth Yanelí, Tejada Mendoza Katia Lisbeth. (2019). "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL INFORMATIVA SOBRE LA TEMPORADA DE FRUTAS NATIVAS QUE SE PRODUCEN EN LA PROVINCIA DE SAN MARCOS, 2018.". 12/09/2019, de Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo Sitio web: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/853>

Bazán Jiménez Geomayra Yalila, Herrera Sánchez Gema Stefanía. (2019). Creación de un modelo ontológico para el control y monitoreo de los cultivos de arroz, café y cacao. 12/09/2019, de Universidad de Guayaquil Sitio web: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39269>

Janina Grabs, Stefano Ponte. (May 2019). The evolution of power in the global coffee value chain and production network . *Journal of Economic Geography*, 19, 803-828.

René Verburga, Eric Rahn, Pita Verweij, Marijke van Kuijk, Jaboury Ghazoul. (July 2019). An innovation perspective to climate change adaptation in coffee systems. *ScienceDirect*, 97, 16-24.

Pâmela Mynsen Machado Martins Luciana Silva Ribeiro Maria Gabriela da Cruz Pedrozo Miguel Suzana Reis Evangelista Rosane Freitas Schwan. (2019). Production of coffee (*Coffea arabica*) inoculated with yeasts: impact on quality .

12/09/2019, de *Journal of the Science of the Food and Agriculture* Sitio web: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.9820>

Volker Lingnau, Florian Fuchs, Florian Beham. (2019). The impact of sustainability in coffee production on consumers' willingness to pay—new evidence from the field of ethical consumption. *Journal of Management Control*, 30, 65-93.

T. M. A. Sousa L. R. Batista F. R. F. Passamani N. A. Lira M. G. Cardoso W. D.

Santiago S. M. Chalfoun. (2018). Evaluation of the effects of temperature on processed coffee beans in the presence of fungi and ochratoxin A. 12/09/2019, de *Journal of Food Safety* Sitio web: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfs.12584>

Sistema Producto Café. (2011). Diagnostico de la Estructura Productiva. México: Sistema Producto Café.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Índice de Tablas

Tabla 1 Caso de uso 1: Consulta de Plagas	57
Tabla 2 Actor y Objetivo de Caso de uso 1	58
Tabla 3 Caso de uso 2: Consulta Problemas Enfermedades.....	61
Tabla 4 Actor y Objetivo de Caso de uso 2	62
Tabla 5 Estructura Productiva del Predio	75
Tabla 6 Cuestionario de Aspectos Técnicos del Cultivo	79
Tabla 7 Cuestionario de Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información	81
Tabla 8 Cuestionario de Aspectos Socioeconómicos	83
Tabla 9 Cuestionario de Aspectos Culturales.....	84
Tabla 10 Resultados de Aspectos Técnicos del Cultivo.....	101
Tabla 11 Resultados de los Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información.....	104
Tabla 12 Resultados de Aspectos Socioeconómicos.....	107
Tabla 13 Resultados Aspectos Culturales.....	109
Tabla 14 Resultados Aspectos Técnicos Cierre	112
Tabla 15 Resultados Aspectos Tecnológicos Cierre.....	113
Tabla 16 Resultados Aspectos Socioeconómicos Cierre	114
Tabla 17 Resultados Aspectos Culturales Cierre	115

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama de Caso de Uso General	49
Ilustración 2 Diagrama de Interacción 1	50
Ilustración 3 Diagrama de Interacción 2	52
Ilustración 4 Diagrama de uso Específico	65
Ilustración 5 Diseño Conceptual	66
Ilustración 6 Diagrama de Navegación	67
Ilustración 7 Interfaces abstractas	68
Ilustración 8 Implementación	69
Ilustración 9 Implementación de Sistema Experto en Campo	91
Ilustración 10 Seguimiento de Sistema Experto en Campo	92
Ilustración 11 Seguimiento de Sistema Experto en Campo	92
Ilustración 12 Seguimiento de Sistema Experto en Campo	93
Ilustración 13 Seguimiento de Sistema Experto en Campo	93
Ilustración 14 Seguimiento de Sistema Experto en Campo	94
Ilustración 15 Interfaces App_Café	95
Ilustración 16 Interfaces App_Café	96
Ilustración 17 Estructura Productiva de Cafetales	98
Ilustración 18 Gráfico de Resultados Aspectos Técnicos del Cultivo	100
Ilustración 19 Gráficos Resultados Aspectos Tecnológicos en el uso de Tecnologías de Información	104
Ilustración 20 Gráfico de Aspectos Socioeconómicos	106
Ilustración 21 Gráfico Aspectos Culturales	108
Ilustración 22 Gráfico del Comportamiento de los 4 Aspectos	110
Ilustración 23 Interacción de los 4 Aspectos	116
Ilustración 24 Interpretación Aspectos Técnicos	117
Ilustración 25 Interpretación Aspectos Tecnológicos	119
Ilustración 26 Interacción Aspectos Socioeconómicos	120

Ilustración 27 Interpretación Aspectos Culturales.....	121
Ilustración 28 Estadística Descriptiva Variación Porcentual	123
Ilustración 29 Datos Estadísticos Relevantes	125
Ilustración 30 Resultado de la Prueba de Hipótesis.....	125
Ilustración 31 Grafico de Prueba de Hipótesis	126