



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCION I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

**DISEÑO DE UN SERVICIO DE AGRICULTURA INTELIGENTE
BASADO EN LA METODOLOGÍA CANVAS-SERVICE BLUEPRINTING
Y MINERÍA DE DATOS APLICADO EN UN CULTIVO DE CAFÉ DE LA
REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ.**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRA EN
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

JOCELYNE PRIETO MONTIEL

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EDUARDO ROLDÁN REYES

CODIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ ROBERTO GRANDE RAMÍREZ

ORIZABA VER.

2023





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, 1 de noviembre de 2022.
Asunto: Aceptación de trabajo

C. Jocelyne Prieto Montiel
Candidato a Grado de Maestro en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

Una vez que se ha efectuado el estudio por parte de la Academia de la Maestría en: **INGENIERIA ADMINISTRATIVA** esta tiene a bien dictaminar la aceptación para desarrollar el trabajo correspondiente a la opción: **I Tesis del instructivo de Titulación, cuyo Título será el siguiente:**

"Diseño de un servicio de agricultura inteligente basado en la metodología Canvas-Service blueprinting y minería de datos aplicado en un cultivo de café de la región centro del estado de Veracruz".

Se confirma a los siguientes profesores como integrantes de su jurado:

PRESIDENTE: Dr. Eduardo Roldán Reyes
SECRETARIO: Dr. Roberto Grande Ramírez
VOCAL: Dr. Guillermo Cortés Robles
VOCAL SUPLENTE: Dra. Edna Araceli Romero Flores

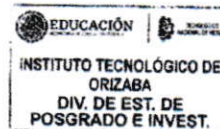
Este será desarrollado en los siguientes capítulos:

RESUMEN
CAPITULO 1. GENERALIDADES
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO
CAPITULO 3. DISEÑO DE SERVICIO
CAPITULO 4 MODELO DE AGRICULTURA INTELIGENTE
CONCLUSIONES
REFERENCIAS

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

Dr. Mario Leonardo Arrijoa Rodríguez
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx | tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **11/mayo/2023**
Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

Jocelyne Prieto Montiel

La cual lleva el título de:

**“Diseño de un servicio de agricultura inteligente basado en la metodología Canvas-Service
blueprinting y minería de datos aplicado a un cultivo de café en la región centro del estado de
Veracruz”**

Y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: Dr. Eduardo Roldán Reyes

SECRETARIO: Dr. Roberto Grande Ramírez

VOCAL: Dr. Guillermo Cortés Robles

VOCAL SUP.: Dra. Edna Araceli Romero Flores

FIRMA
FIRMA
FIRMA
FIRMA

TA-09-18



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA
EL RECONSTRUCTOR DEL PAÍS

Orizaba, Veracruz, 12/junio/2023
Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación
Asunto: Autorización de Impresión
OPCION: I

C. Jocelyne Prieto Montiel
Candidato a Grado de Maestro en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros de Enseñanza Técnica Superior, dependiente de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

“Diseño de un servicio de agricultura inteligente basado en la metodología Canvas-Service blueprinting y minería de datos aplicado en un cultivo de café de la región centro del estado de Veracruz ”

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

Cuahtémoc Sánchez R.

DR. CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx | tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



2023
Francisco
VILA

Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 12 del mes de Junio del año 2023.

El(la) que suscribe

C Jocelyne Prieto Montiel

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 109 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada

“Diseño de un servicio de agricultura inteligente basado en la metodología canvas-service blueprinting y minería de datos aplicado en un cultivo de café de la región centro del estado de veracruz.”

del programa: Maestría en ingeniería administrativa bajo la asesoría y dirección del (la) Dr. Eduardo Roldán Reyes y Dr. José Roberto Grande Ramírez y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.

Nombre y firma



Jocelyne prieto montiel

Agradecimientos

Primeramente le agradezco a Dios por ser el motor principal en mi vida, por acompañarme y permitirme confiarle mis anhelos con la certeza de que estos se materializarán. Le agradezco a mi madre porque desde muy pequeña me enseñó el significado de perseverar y luchar por mis sueños, a mis hermanas porque fueron mis primeras compañeros de vida y quienes me enseñaron desde el momento que nací lo esencial que es un equipo.

Le debo este logro a mi institución, la casa que me ha formado a nivel intelectual y humanístico, quien me formó como un mujer responsable y honesta. Así mismo estoy en deuda con todos los docentes que desde su sentido humano me cultivaron el gusto por aprender, quienes día a día luchan para educar a ciudadanos íntegros y humanos desde cada cátedra que pueden dictar.

Le agradezco especialmente a mi asesor el Dr. Eduardo Roldán Reyes por guiarme y acompañarme a lo largo de este proceso, de igual forma a cada uno de los que integran mi comité que han contribuido en mi formación como una profesional integra en mi área. Este logro más que mío es de todos aquellos que lo hicieron posible y jamás me alcanzarán las palabras para agradecerles por tanto.

Resumen

Los servicios se transformaron en un sector fundamental de la economía mundial, sin importar que se apunte sobre una economía en desarrollo o un país desarrollado. En los últimos años, el rápido crecimiento de los servicios es innegable. Actualmente, la economía de servicios provee más del 50% del empleo y del valor agregado en varios países y regiones del mundo (Aboal, y otros, 2015).

Para diseñar un nuevo servicio en el presente trabajo se combinan tres metodologías:

- Modelo de negocios CANVAS
- Service Blueprinting
- Minería de datos

La agricultura es un sector vital en el mundo debido a que es la principal fuente de alimentos. Sus grandes desafíos son: satisfacer cada vez más la creciente demanda, aumentar la sostenibilidad de recursos naturales, disminuir significativamente la degradación del medio ambiente y una rápida y necesaria adaptabilidad al cambio climático. Por lo tanto, es sumamente importante incursionar a una agricultura moderna. Bajo este contexto, la agricultura inteligente es una de las soluciones que puede contribuir a mitigar el efecto de la demanda de alimentos y cumplir los requisitos de sostenibilidad. En la agricultura inteligente, el valor de la información y el conocimiento que surge a partir de ella es crucial para definir mejores estrategias. En este sentido, la gestión inteligente recolecta los datos, posteriormente los transmite, selecciona y finalmente los analiza para una aplicación eficaz. El aumento de los datos agrícolas demanda técnicas modernas, potentes y sofisticadas para procesar y analizar información útil y confiable para realizar sistemas de predicción cada vez más precisos.

En esta propuesta se espera desarrollar el diseño del servicio mediante el modelo de negocios CANVAS y service blueprinting. Además de una aplicación que, mediante técnicas de minería de datos, permitirá procesar e identificar condiciones diversas para asistir a los agricultores a tomar mejores decisiones para sus cultivos cafetaleros.

Palabras claves: Agricultura inteligente, Modelo de negocio Canvas, Service blueprinting, Minería de datos, Cultivo de café

Abstract

Services have become a key sector of the world economy, regardless of whether the economy is developing or developed. In recent years, the rapid growth of services has been undeniable. Currently, the service economy provides more than 50% of employment and added value in various countries and regions (Aboal, y otros, 2015).

To design a new service, three methodologies are combined in this work:

- CANVAS business model
- Service Blueprinting
- Data mining

Agriculture is a vital sector worldwide because it is the primary food source. Its significant challenges are: to increasingly satisfy the growing demand, increase the sustainability of natural resources, significantly reduce environmental degradation, and rapid and necessary adaptability to climate change. Therefore, it is crucial to venture into modern agriculture. In this context, smart agriculture is one of the solutions that can help mitigate the effect of food demand and meet sustainability requirements. In intelligent agriculture, the value of information and the knowledge that arises from it is crucial to define better strategies. In this sense, smart management collects data, transmits, selects, and analyzes it for practical application. The increased agricultural data demands modern, powerful, and sophisticated techniques to process and analyze valuable and reliable information to make increasingly accurate forecasting systems.

In this proposal, we expect to develop the service design using the CANVAS business model and service blueprinting in addition to an application that, through data mining techniques, will allow processing and identifying diverse conditions to assist farmers in making better decisions for their coffee crops.

Keywords: Smart Agriculture, Business Model Canvas, Service blueprinting, Data mining, Coffee cultivation

Índice

Resumen	i
Abstract.....	i
Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivo general	2
1.2.1 Objetivos específicos	2
1.3 Justificación	2
1.4 Estado del arte	4
1.5 Solución a priori	15
1.6 Posicionamiento de la tesis.....	15
1.7 Metodología.....	16
Capítulo 2. Marco teórico	17
2.1 Servicio.....	17
2.2 Agricultura inteligente.....	18
2.3 Modelo de negocios CANVAS	19
2.4 Service Blueprint	29
2.4.1 Componentes de Service Blueprint	30
2.4.2 Construyendo un blueprint	32
2.5 Análisis datos.....	32
2.5.1 La Minería de Datos	32
2.5.2 Conceptos de la Minería de Datos	32
2.5.3 Las tareas de la Minería de datos.....	34
2.5.4 El proceso de la Minería de Datos	35
2.5.5 Las aplicaciones de la Minería de Datos	36
2.5.6 Herramientas para la aplicación de la Minería de Datos	37

2.6 Simulación	40
2.6.1 Introducción a la simulación.....	40
2.6.2 ProModel	41
2.7 Prueba t-pareada	44
2.8 Android studio	44
Capítulo 3. Diseño del servicio.....	45
3.1 Desarrollar los requerimientos de nuevo servicio	45
3.1.1 Preceptos de diseño	45
3.1.2 Lienzo de negocio CANVAS	46
3.1.3 Validación del modelo Canvas	55
3.2 Front y Back office	56
Capítulo 4. Modelo de agricultura inteligente	59
4.1 Introducción.....	59
4.2 Modelo.....	59
4.3 Partes del modelo.....	60
4.3.1 Prototipo	60
4.3.2 Distribución triangular.....	61
4.3.3 Agrupamiento	61
4.3.4 Clasificación	62
4.3.5 Resultados del modelo.....	63
4.4 Aplicación móvil	64
4.4.1 Diseño de la aplicación.....	64
4.4.2 Diseño de la interfaz	65
4.4.3 Gestión de usuarios.....	65
4.4.4 Aplicación.....	65

4.4.5 Metodología de desarrollo	66
4.4.6 Diseño de pantalla	68
4.4.7 Diseño de base de datos	68
4.4.8 Contáctanos	69
4.5 Construcción del modelo en Promodel®.....	69
4.5.1 Locaciones	70
4.5.2 Entidades	71
4.5.3 Llegadas.....	72
4.5.4 Lógica de procesamiento	73
4.5.5 Variables	74
4.5.6 Información General.....	74
4.5.7 Correr el programa.....	76
4.5 Validación de los datos con t-pareada	76
Conclusiones.....	80
Referencias	82
Anexos	86

Índice de figuras

Figura 1. 1 Etapas de la metodología del proyecto Elaboración propia	16
Figura 2. 1 Segmentos de clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010)	20
Figura 2. 2 Propuesta de valor (Osterwalder & Pigneur, 2010)	22
Figura 2. 3 Canales de distribución (Osterwalder & Pigneur, 2010)	23
Figura 2. 4 Relación con el cliente (Osterwalder & Pigneur, 2010)	24
Figura 2. 5 Fórmula de ganancia (Osterwalder & Pigneur, 2010)	25
Figura 2. 6 Recursos clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)	26
Figura 2. 7 Actividades clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)	27
Figura 2. 8 Alianzas clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)	28
Figura 2. 9 Estructura de costes (Osterwalder & Pigneur, 2010)	29
Figura 3. 1 Lienzo Canvas. Elaboración propia	48
Figura 3. 2 Validación del modelo Canvas	55
Figura 3. 3 Front y back office	58
Figura 4. 1 Modelo de agricultura inteligente	60
Figura 4. 2 Componentes prototipo	60
Figura 4. 3 Modelo de entrenamiento	62
Figura 4. 4 modelo de clasificación	62
Figura 4. 5 Resultados del modelo	63
Figura 4. 6 Desarrollo de la aplicación	64
Figura 4. 7 Aplicación	69
Figura 4. 8 Ventana de información general del modelo	70
Figura 4. 9 Editor de locaciones	71
Figura 4. 10 Creación de las entidades del modelo	72
Figura 4. 11 Creación de las llegadas del modelo	72
Figura 4. 12 Ventana de process y routing	73

Figura 4. 13 Ventana para la edición de variables.....	74
Figura 4. 14 Lógica de programación 1.....	75
Figura 4. 15 Lógica de programación 2.....	75
Figura 4. 16 Simulación.....	76

Índice de tablas

Tabla 4. 1 Distribución triangular temperatura	61
Tabla 4. 2 extracto del agrupamiento de las observaciones en campo	63
Tabla 4. 3 clasificaciones realizadas a las instancias del clúster_1	64
Tabla 4. 4 Entidades	71
Tabla 4. 5 Prueba t-pareada temperatura	78
Tabla 4. 6 Resumen t-pareada cuatro parámetros.....	79
Tabla Anexos 1. 1 Validación temperatura sensor 2	86
Tabla Anexos 1. 2 Datos temperatura sensor 2	86
Tabla Anexos 1. 3 Validación temperatura sensor 3.....	87
Tabla Anexos 1. 4 Datos temperatura sensor 3	87
Tabla Anexos 1. 5 Validación temperatura sensor 4.....	88
Tabla Anexos 1. 6 Datos temperatura sensor 4	88
Tabla Anexos 1. 7 Datos humedad sensor 1.....	89
Tabla Anexos 1. 8 Validación humedad sensor 1	89
Tabla Anexos 1. 9 Datos humedad sensor 2.....	90
Tabla Anexos 1. 10 Validación humedad sensor 2	90
Tabla Anexos 1. 11 Datos humedad sensor 3.....	91
Tabla Anexos 1. 12 Validación humedad sensor 3	91
Tabla Anexos 1. 13 Datos humedad sensor 4.....	92
Tabla Anexos 1. 14 Validación humedad sensor 4	92
Tabla Anexos 1. 15 Datos suelo sensor 1	93
Tabla Anexos 1. 16 Validación suelo sensor 1.....	93

Tabla Anexos 1. 17 Datos suelo sensor 2	94
Tabla Anexos 1. 18 Validación suelo sensor 2.....	94
Tabla Anexos 1. 19 Datos suelo sensor 3	95
Tabla Anexos 1. 20 Validación suelo sensor 3.....	95
Tabla Anexos 1. 21 Validación suelo sensor 4.....	96
Tabla Anexos 1. 22 Datos suelo sensor 4.....	96
Tabla Anexos 1. 23 Datos precipitación sensor 1	97
Tabla Anexos 1. 24 Validación precipitación sensor 1	97
Tabla Anexos 1. 25 Validación precipitación sensor 2	98
Tabla Anexos 1. 26 Datos precipitación sensor 2	98
Tabla Anexos 1. 27 Datos precipitación sensor 3	99
Tabla Anexos 1. 28 Validación precipitación sensor 3	99
Tabla Anexos 1. 29 Datos precipitación sensor 4	100
Tabla Anexos 1. 30 Validación precipitación sensor 4	100

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente los servicios han adquirido cada vez mayor importancia en la economía y en el empleo de los países en desarrollo. El sector terciario o de servicios representa aproximadamente dos tercios del producto interno bruto (PIB), cabe recalcar que aún son escasos los desarrollos de metodologías para el diseño de nuevos servicios como crecimiento de nuevos y mejores servicios (Naciones Unidas, 2017).

La productividad y su lento crecimiento dentro del sector servicios ha sido una limitación considerable, aumentando la necesidad de la modernización y la interacción. desarrollo de servicios con mayor valor.

El sector agrícola ha experimentado cambios críticos a través de la historia, debido a los avances en la innovación y las tendencias. Estas progresiones han impulsado el avance de nuevos productos y procesos de producción, lo que ha dado lugar a mejoras en la propia industria. En el momento en que esto ocurre, hablamos de un avance en el sector agrícola (Agroware, 2016).

El café como mercancía, se encuentra en el segundo lugar dentro de las más comercializadas del mundo, debido a que se consumen aproximadamente 405 mil millones de tazas de café al año (Milenio, 2020).

México se ubica como lugar once-doce del mundo como productor de café, con una representación del 2.45%. (SAGARPA, 2018) La mayor parte de la producción se encuentra en la zona sur del país, debido a que esta región cuenta con las condiciones ideales para su cultivo. La producción de café ha disminuido en los últimos años (SIAP, 2019).

El clima es uno de los factores más importantes que afectan al café, ya que juega un papel determinante en la calidad del fruto, los cambios climáticos están llevando a un incremento de las temperaturas y nuevos patrones de lluvia, algo que está amenazando a las especies de café. Las que podemos encontrar en México son: Arábica y Robusta. Arábica es por mucho la de mayor calidad, esto debido a sus sabores aromáticos, lo que conlleva precios más altos. Sin olvidar, que esta especie abarca casi el doble del mercado internacional del café.

No obstante, el café arábico tiene mayor sensibilidad a los aumentos de temperatura, los cuales afectan tanto el crecimiento como su capacidad de florecer, y por consiguiente su capacidad de dar fruta (Infinsa, 2017).

Como productor nacional de café, Veracruz ocupa el segundo puesto. Su aportación es de 305 mil toneladas de café variante cereza. La anterior cifra dimensiona un millón 315 mil quintales de café verde para exportación (Notimex, 2019).

1.2 Objetivo general

Diseñar un servicio de agricultura inteligente en los cultivos de café para la interpretación de los factores que afectan al café basado en la integración de las metodologías CANVAS y el enfoque Service Blueprinting.

1.2.1 Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos del nuevo servicio mediante la metodología CANVAS.
- Desarrollar el modelo de análisis de datos.
- Realizar y adaptar una aplicación móvil para el servicio requerido actual
- Validar el nuevo servicio, para su utilización y soporte en la toma de decisiones del caficultor.

1.3 Justificación

El diseño de servicios ha sido ignorado, y la perspectiva general sobre estos como algo no beneficioso, sin embargo, es vital tener un avance en la innovación de servicios. A pesar de desarrollar entusiasmo por el procedimiento de innovación en el sector de los servicios y en la comprensión de las conexiones entre productividad y el desarrollo en las naciones, no hay una investigación precisa para las naciones de la región. El lento progreso de la rentabilidad en la división de servicios ha sido una delimitación importante.

En el último lustro, el diseño de servicios era una disciplina poco conocida en México, en la actualidad se ha experimentado un apogeo y una intensa actividad evolutiva, mostrando una transición de un corte ejecutivo a uno estratégico. La razón de esto, es que el papel de los servicios es crucial en la industria (Urquilla, 2016).

Como tema particular de la innovación, la innovación en la agricultura es una fuerza motora esencial (FAO, 2020).

El presente proyecto propone desarrollar un servicio, en el cual se otorguen las variables para un óptimo proceso de crecimiento de la producción de café. Este servicio es de suma importancia, ya que podremos conocer el estado actual del cafetal, además de tener la capacidad de tomar la decisión adecuada sin tener que emplear recursos físicos o económicos innecesarios.

Este servicio consistirá en el diseño de un modelo de negocio utilizando Canvas y Service blueprinting, además, la minería de datos nos servirá para poder analizar toda la información que nos arroje el dispositivo, por lo que nos permitirá conocer el estado actual, las variables y puntos problemáticos a nivel económico y técnico. Al identificar estos puntos, será posible establecer mejores condiciones para la producción del café.

El carácter de obtención de dicha información es imperativo ya que, de haber un exceso de pH se dificulta la nutrición del cultivo, así como la cantidad de agua que debe oscilar entre 117 y 167 milímetros mensuales, porque de tener en demasía es más propenso a enfermedades (Cabrera, Galluser, Kroll, Varese, & Zurita, 2017). La minería de datos es de suma importancia ya que con esta técnica podremos interpretar lo que nos arroje el dispositivo, para ser capaces de implementar cambios en caso de ser necesarios.

La utilización de tecnología será de gran ayuda para los agricultores para tener conocimiento de las condiciones de los cafetales, así podrán mantenerlos con mayor efectividad de humedad y calidad en la tierra Y a través de ello mejore la calidad del producto

Los resultados a partir de la implementación de dicho servicio impactarán en el aumento de la productividad y la reducción de costos.

Al implementar el diseño de servicios en empresas nacionales, se está generando un avance tecnológico en la agricultura, que abre la puerta al empleo de nuevas técnicas dentro de la caficultura, las cuales significarían un incremento en la productividad general de la economía nacional.

1.4 Estado del arte

En este nivel, se presenta una descripción breve pero relevante del estado del arte relacionado con las metodologías del modelo de negocio Canvas, Service blueprinting, minería de datos y como han sido utilizadas en el ámbito de la agricultura.

Año	Autor	Título	Resumen	Resultados
2008	Mary Jo Bitner Amy L. Ostrom Felicia N. Morgan	Service Blueprinting: Una técnica práctica para la innovación del servicio	Los autores se enfocan en la técnica y su singularidad, realizan una comparación con otros enfoques, y determinan al cliente como foco vital de la innovación, así como en la mejora del servicio y la experiencia modelada. Especifican que el valor que se genera para el cliente determina el punto central de la innovación.	Presentan casos de estudio exitosos y el beneficio de una de esas técnicas de innovación de servicios centrada en el cliente: el plano de servicios. Se trata de un enfoque eficiente y versátil para empresas de todos los tamaños y para decisiones tanto táctico-estratégicas.
2011	Youngjung Geum, Yongtae Park	Diseño de la integración sostenible producto- servicio: un enfoque de	Este propone un "plan de productos y servicios que es una nueva y sistemática forma de dilucidar la relación entre producto-	Se diferencia de investigaciones previas que simplemente emplea el plan de servicio, el

		proyecto producto-servicio	servicio representa el producto uso a lo largo del ciclo de vida, el flujo de servicio desde la gestión hasta el cliente, y la relación entre productos y servicios.	El proyecto de producto-servicio sugerido puede desempeñar un papel importante, Este enfoque tiene un valor único en el sentido de que sugiere la nueva herramienta para visualizar la integración producto-servicio del PSS.
2014	Tripathy, J. y colaboradores	Descubrimiento del conocimiento y dinámica de la mancha foliar del cultivo de maní a través de la red inalámbrica de sensores y técnicas de minería de datos	Los aspectos de la agricultura de precisión impulsada por los datos, en particular la gestión dinámica de las enfermedades, requieren datos dinámicos sobre los cultivos, el clima y el medio ambiente a nivel micro. Se llevó a cabo un experimento durante cuatro temporadas consecutivas en una	Se descubren las peripecias típicas del clima que pueden tener un efecto significante en el desarrollo de la enfermedad en un cultivo. Se ha observado que las temperaturas cálidas (18-22 °C) y los largos períodos de alta humedad (75% o más) con horas

			región tropical semiárida de la India para comprender las relaciones entre los cultivos, el clima, el medio ambiente y las enfermedades utilizando datos sensoriales inalámbricos y datos de vigilancia a nivel campo sobre el cultivo de cacahuets para la enfermedad de la mancha foliar.	prolongadas (7-10 h) de humedad en las hojas son condiciones favorables para la enfermedad de LS.
2014	MG Hill, P.G. Connolly, P. Reutemann, D. Fletcher	El uso de la minería de datos para ayudar a las decisiones de protección de cultivos en kiwi en Nueva Zelanda	Se utilizaron algoritmos de minería de datos para desarrollar modelos para pronosticar el resultado de las decisiones de monitoreo de la plaga del enrollador de hojas en los cultivos de kiwi 'Hayward' en Nueva Zelanda. Utilizando el diario de fumigación de la industria y los datos de vigilancia de plagas reunidos a nivel	El estudio ha demostrado la posible utilidad de los algoritmos de aprendizaje automático para extraer información de los diarios de fumigación de la industria y los datos de vigilancia de plagas, lo que permite a los cultivadores de

			de bloque de huerto con fines de cumplimiento las enfermedades utilizando datos sensoriales inalámbricos.	kiwis predecir el resultado de la vigilancia de plagas del enrollador de hojas.
2015	Swati Hira P.S., Deshpande	Análisis de datos utilizando modelado multidimensional, análisis estadístico y minería de datos en parámetros agrícolas	La generación de datos sobre agricultura ha aumentado en los últimos años para juzgar el impacto de los parámetros de la agricultura para elaborar un plan de acción y examinar la productividad agrícola. Estos datos son generalmente de naturaleza espacio temporal y pueden tener dimensiones adicionales como parámetros agrícolas, atributos ambientales y atributos geográficos. Es una tarea difícil analizar estos datos crecientes y generar resultados útiles.	En el método utilizaron la herramienta IDASM para construir un modelo multidimensional, aplicando técnicas de minería estadística y de minería de datos a la relación entre varios parámetros de la agricultura.

2015	Mikhail Nikolaevich Dudin y colaboradores	Modelo de negocio Canvas como base de la ventaja competitiva de las estructuras empresariales en la agricultura industrial	Objetivo estudiar los detalles de la utilización del relativamente nuevo modelo de concepto de gestión en la gestión de la competitividad y la creación de las ventajas competitivas de las estructuras empresariales en la agricultura industrial.	El concepto "business model Canvas" es un instrumento de gestión eficaz. Al mismo tiempo, es importante que las estructuras empresariales desarrollen no sólo un modelo de negocio y su lienzo, sino varios modelos de negocio, a fin de aumentar el rendimiento de las herramientas.
2015	Ayman E. Khedra, Mona Kadry, Ghada Walid	Marco propuesto para implementar técnicas de minería de datos para mejorar las decisiones en el sector agrícola Caso aplicado en el Centro de información sobre seguridad alimentaria	El presente documento tiene por objeto predecir la cantidad de cultivos necesarios para satisfacer las necesidades de los ciudadanos egipcios en los próximos años mediante la creación de redes neuronales artificiales (RNA) a través de WEKA utilizando la función	Los resultados mostraron que Egipto se enfrentará a un gran problema de disponibilidad de trigo y frijoles, ya que la producción y las importaciones no cubrirán las necesidades, ya que se consideran

		Ministerio de Agricultura	de perceptor multicapa (MLP) como técnica de predicción de la minería de datos.	el alimento básico de la dieta diaria egipcia Los investigadores y consultores del FSIC estuvieron de acuerdo y admitieron que las conclusiones del estudio van a ser útiles, más precisas y fiables que sus métodos estadísticos tradicionales para la toma de decisiones.
2017	Vu Tri Dun, Dinh Van Oanh	Aplicando el modelo de negocio Canvas para la nueva empresa social de arranque En la agricultura orgánica (Dung & Van Oanh, 2017)	Utilizando el modelo de negocio del Lienzo, el estudio intenta aclarar todos los factores importantes como el mercado, los clientes, los competidores y la propuesta de valor.	La investigación se basa en el conocimiento en el campo de la agricultura y en una disertación profesional previa sobre el modelo de negocio, la empresa social y la puesta en marcha.

				la adaptación del modelo de negocio para la puesta en marcha de empresas sociales en la agricultura orgánica los resultados de esta podrían ser adaptables para diferentes tipos de empresas agrícolas sociales.
2017	Bernd Pölling y colaboradores	Modelos de negocio en la agricultura urbana: Un análisis comparativo de estudios de casos de España, Italia y Alemania	"Agricultura Urbana Europa" (2012-2016) ha demostrado que la complejidad de la agricultura urbana (AU) es difícilmente comprimible en los modelos clásicos de gestión empresarial y ha propuesto nuevos modelos de gestión, como el Business Model Canvas (BMC).	La diversificación es el modelo de negocio más frecuente que se ha detectado en las regiones del estudio de caso, incluyendo los diversificadores en la agricultura, especialmente por parte de las instituciones sanitarias que entran en la

				agricultura desde fuera del sector primario.
2017	Pornprom Ateetanan	Desde el diseño del servicio hasta la arquitectura de la empresa: La alineación del Diseño de Servicios y la Arquitectura Empresarial con el Modelo y la Notación de Procesos Empresariales	En este estudio la importancia de la estrategia, el negocio, el diseño y la alineación de la tecnología que afecta a la arquitectura empresarial de las TIC de una organización también se refleja en la perspectiva de la gestión empresarial y el modelo de procesos de negocio. para facilitar este análisis, proponemos un enfoque para relacionar la arquitectura empresarial especificada por EA con la innovación de los procesos empresariales, modelada utilizando el Service blueprint y el Business Process	Se ha relacionado el plan de servicio y BPMN para el modelado de procesos empresariales con la capa de arquitectura empresarial del marco de arquitectura empresarial. El Service blueprinting apoya los procesos de servicio al cliente y el BPMN apoya la comprensión de los procesos de una empresa con especial atención a la forma en que las TIC apoyan la automatización de los procesos.

			Model and Notation (BPMN).	
2018	Herminio Martínez-García	Sistema Inteligente para la Medida y Monitorización en Agricultura Inteligente	La agricultura inteligente enfatiza en la optimización, incrementar la producción y reducir los costos apegados a la misma. No menos importante es el impacto ambiental así como la mejora continua de calidad del producto. Los autores muestran dos prototipos programados en Arduino, el primero refiere a una estación de suelo y el segundo a una estación metodológica complementaria.	En este trabajo, se presentan resultados consistentes y alentadores. Se clarifica la monitorización de parámetros ambientales y climatológicos, tanto para la agricultura inteligente como para el suelo bajo estudio. Los prototipos son autónomos y se alimentan con paneles solares. Con el enfoque de bajo costo, consumo y sostenibilidad, los modelos son versátiles a las necesidades de los clientes.

2019	Núñez-Agurto Daniel y colaboradores	Plataforma de bajo costo basada en Internet de las Cosas (IoT) para Agricultura Inteligente.	El IoT ha emergido como una de las alternativas de innovación dentro de la agricultura moderna. En esta investigación, el autor y sus colaboradores proponen la implementación económica de hardware – software. La propuesta almacena y analiza la información de manera descentralizada y remota, permitiendo pronosticar con altas tasas de precisión sobre datos ambientales de cultivo, específicamente; la temperatura y humedad, aunque el sistema permite otras variables.	El modelo canaliza los datos hacia un servidor, los procesa y almacena automáticamente. La información fluye en tiempo real con un amplio marco de análisis visual (Visual management). Lo anterior es relevante, debido a que los agricultores tiene al alcance tecnología de vanguardia en su producción.
------	-------------------------------------	--	--	---

2019	Hassina Ait Issad y colaboradores.	Una revisión exhaustiva de las herramientas de minería de datos. Agricultura inteligente.	La agricultura sigue siendo un sector vital para la mayoría de los países se enfrenta a un gran desafío: producir más y mejor y, al mismo tiempo, aumentar la sostenibilidad con un uso razonable de los recursos naturales, reducir la degradación del medio ambiente y adaptarse al cambio climático.	Se identificaron problemas abiertos, junto con los obstáculos para una adopción más amplia de la minería de datos. Se han examinado diversos enfoques para abordar esos problemas y mitigar las barreras. La promesa de la minería de datos en la agricultura inteligente es atractiva. Por lo tanto, puede abrir una nueva rama para la investigación y el desarrollo agrícolas.
------	------------------------------------	---	---	---

El estado del arte anteriormente presentado proporcionó una visión más clara de cómo el modelo de negocios Canvas es beneficioso para la agricultura debido a que permite aclarar todos los factores importantes, además, el service blueprinting es de suma importancia para el diseño de servicio brindando un plano. En él se especificarán los procesos necesarios para poder ofrecer la interacción correcta con el cliente, finalmente la minería de datos como se ha observado en los artículos leídos ha sido utilizada en distintos escenarios para la

identificación y análisis de datos donde se encontró como se ha empleado para la innovación de la agricultura, lo cual servirá para el análisis de grandes cantidades de datos y ayudará en la toma de decisiones.

1.5 Solución a priori

Diseñar un servicio de agricultura inteligente que se encargará del análisis de diferentes variables del café que dará como resultado el desarrollo – mejora - innovación en los servicios de la industria cafetalera, dicho análisis podrá ser brindado a distintas empresas, además cubrirá una necesidad para los que no cuentan con el servicio.

1.6 Posicionamiento de la tesis

La presente tesis se estructura dentro de un “cluster” de trabajos que tienen por objetivo el diseño de un nuevo servicio. Para ello, la utilización de técnicas como Modelo de negocio CANVAS, Service blueprint y minería de datos han sido evaluadas como pertinentes para la evolución de los métodos que actualmente se desarrollan en el programa de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Orizaba, Por lo tanto, este proyecto tendrá cabida en la línea de Innovación y Administración del capital intelectual.

Particularmente, en trabajos anteriores se presentó un mecanismo para el monitoreo de variables de las condiciones de cultivos cafetaleros, basado en el principio de la agricultura de precisión, y que brinda una interesante base para continuar con la siguiente vertiente que es la agricultura inteligente, la cual tomará como referencia los datos proporcionados por tal mecanismo y mediante la aplicación de técnicas de minería de datos, permitirá procesar e identificar condiciones diversas para asistir a los agricultores a tomar mejores decisiones para sus cultivos cafetaleros.

1.7 Metodología

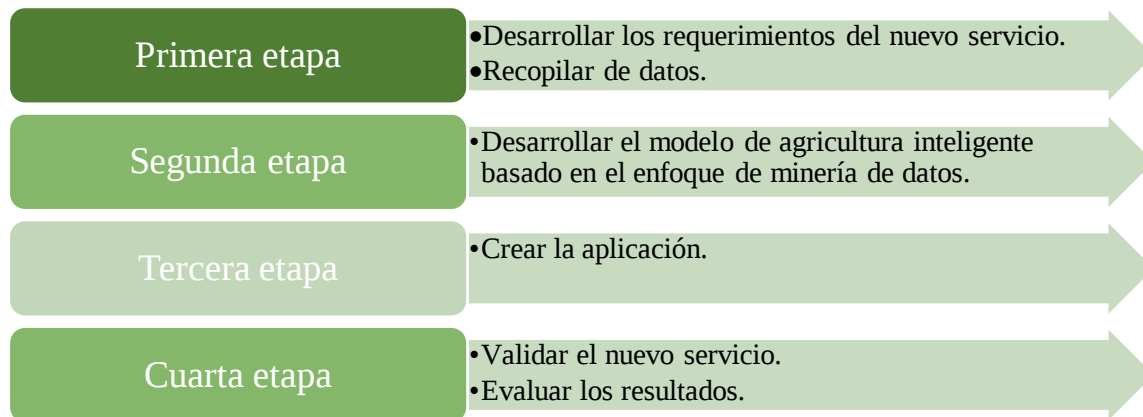


Figura 1. 1 Etapas de la metodología del proyecto. Elaboración propia.

El desarrollo de la metodología se realiza en cuatro etapas las cuales consideran distintas actividades por realizar:

- Primera etapa: En esta etapa se va a elaborar el modelo CANVAS con el cual se va a identificar la propuesta de valor, actividades claves y se obtendrá una visión general y poder analizar todo el modelo de negocio, para el desarrollo del servicio se complementará con el Service Blueprint el cual permitirá establecer todas acciones necesarias para poder realizar el servicio, además de recopilar los datos que arroja el software para medir las variables que afectan al café.
- Segunda etapa: Analizar los datos que nos brindan los sensores que se encuentran en los cafetales mediante el uso de minería de datos.
- Tercera etapa: aplicación móvil, dicha aplicación se alimentará con los datos obtenidos anteriormente y éste brindará información al agricultor para ayudarlo en la toma de decisiones.
- Cuarta etapa: validar los resultados del nuevo servicio, y así, evaluar los resultados obtenidos.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Servicio

El término servicio hace referencia a una acción y el efecto de servir. Atañe que una organización y personal se destinan a satisfacer necesidades del público o cualquier tipo de entidad, ya sea privada o pública. Las empresas de servicios juegan parte fundamental en la actividad económica contribuyendo al Producto Interno Bruto (PIB).

Para mayor amplitud y entendimiento sobre el significado de servicio, se presentan dos puntos:

- El servicio permite accionar o desempeñar de un ente a otro. Se vincula a agregar valor a un determinado producto tangible o intangible.
- Los servicios actúan como entes económicos, aportando valor y beneficio al cliente. Es decir, generar un cambio satisfactorio a favor del beneficiario.

Desde el punto de vista macroeconómico, los sectores en los que se divide toda dinámica económica son tres, primario, secundario y terciario (niveles). Dependiendo del marco analítico, la clasificación de una actividad industrial o de servicios depende del enfoque. Por ejemplo, el mantenimiento de maquinaria y equipo es una actividad industrial si lo realiza la misma compañía. Por el contrario, si se realiza por una compañía externa, se cataloga como de servicios (outsourcing) (Martín Peña & Díaz Garrido, 2016).

2.2 Agricultura inteligente

La agricultura inteligente (Smart farming) se representa mediante el uso y aplicación de las TICs en el campo agrícola, este concepto ha evolucionado y es llamado como la tercer revolución verde.

Después de las transiciones que han surgido en el cultivo de plantas y la fitogenética, el término de la tercera revolución ha venido a cambiar el marco agrícola a través de la aplicación de soluciones TIC en los procesos de cultivo, dichos conceptos son: Big data, drones para riego, utilización de sensores y actuadores, sistemas de geoposicionamiento, robots, internet de las cosas, agricultura de precisión, etc. Si se requiere un incremento de la sostenibilidad agrícola y su productividad, el potencial se encuentra en la agricultura inteligente debido a que el uso de recursos es eficiente. Estados Unidos es el país que más utiliza este tipo de soluciones, ya que su comunidad agrícola la utiliza entre 25 y 85%. En cuanto a Europa, se estima una utilización entre 5 y 30%, por lo que deberían adoptar estas estrategias como alternativa.

El agricultor demanda un valor agregado por parte de la agricultura inteligente, y esto puede proporcionarse a través de técnicas y herramientas de soporte a la decisión o a través de una gestión más eficiente. Los tres campos tecnológicos relacionados tanto con el Smart Farming como por la red Smart son:

- **Sistemas de gestión de la información:**

Estos sistemas funcionan con base al plan de recoger, procesar, almacenar y disseminar todo tipo de información valiosa y relevante para mejorar las operaciones y actividades de explotación agrícola.

- **Agricultura de precisión:** En esta punto, se mejora el rendimiento económico a través de la gestión de variables espaciales y temporales con base a un uso preciso de los inputs que aminoran el impacto ambiental. Complementariamente tiene herramientas de apoyo a la decisión (HAD) con el fin de optimizar los inputs y manejar adecuadamente los recursos para una gestión integral de explotación. Aunado a lo anterior, como soporte se tienen sistemas de geo-posicionamiento, imágenes aéreas capturadas con drones e imágenes hiper temporales con satélites

Sentinel que permiten obtener visibilidad y trazabilidad de variables espaciales de campos de producción, contenido de materia orgánica, tipología del terreno, humedad, incluso nitrógeno de suelo, etc.

- **Automatización agrícola y robótica:** El tema de la robótica ha avanzado notablemente e incursionado en distintos campos de aplicación, de igual forma, el control automatizado, pero más aún, el tema de la inteligencia artificial se ha adaptado también a todos los niveles de la producción agrícola. Se puede notar en robots, drones agrícolas y programación de maquinaria en aras de mejorar los procesos.

La Smart Farming se dirige a explotaciones agrícolas convencionales de gran magnitud. Sin embargo, también impulsa de manera significativa tendencias como las extensiones de corte familiar en espacios reducidos o con una morfología demasiado compleja, que se destinan a cultivos específicos, preservación de vejarles peculiares, agricultura moderna ecológica, contribuyendo a una cultura agrícola sostenida, transparente y poderosa que responde a demandas de productos ecológicos de los consumidores en general. Diversos autores ha comprobado que la agricultura inteligente presenta importantes beneficios al ambiente como por ejemplo el uso de tratamiento fitosanitarios y una huella hídrica más controlada (Basso, Pascale, Obschatko, & Preciado, 2013).

2.3 Modelo de negocios CANVAS

Creado por Osterwalder y Pigneur en 2010, el modelo de negocio CANVAS es una representación visual de nueve componentes clave que todo negocio exitoso debe tener. Es un modelo que se ha ido popularizando en la industria y ayuda a los empresarios a inventar, diseñar y crear valor para la construcción de modelos con un enfoque más sistemático y sostenido. El modelo se ha convertido en una herramienta popular ya que proporciona una vista holística del concepto de un negocio; sin embargo, algunos lo han criticado por su sencillez pero sus resultados de implementación con satisfactorios.

El modelo CANVAS está sustentado en nueve puntos que se presentan a continuación:

Segmento de clientes. En esta primera sección se debe conocer muy bien al clientes y a las organizaciones para las que está creando valor con los productos o servicios. En esta parte se

agrupan a los clientes y usuarios según su similitud de características. Lo anterior permitirá analizar a cada segmento y como obtiene valor de lo que estás ofreciendo.

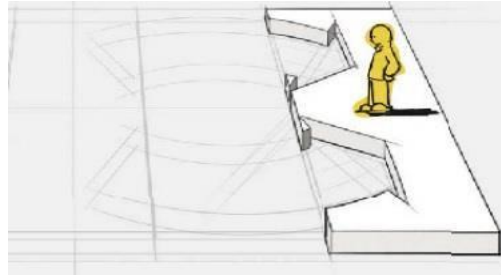


Figura 2. 1 Segmentos de clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Los entes económicos pueden enfocarse a diversos tipos de mercado. A los mercados específicos que contiene características particulares se les llama nichos. En esta primera parte, existen algunas preguntas que puede plantearse para mayor claridad de este segmento:

- ¿Quiénes son los clientes objetivo de la empresa?
- ¿A cuántos segmentos enfoca actualmente la empresa?
- ¿Qué segmento proporciona la mayor cantidad de ingresos?

La revista *Entrepreneur*, resalta cinco nichos de mercado que han tomado relevancia por incursión de oportunidad, estos son:

- Nicho de “intelectuales”. Para este mercado, el arte y la cultura juegan un papel importante, debido a que estas personas se sienten atraídas hacia estos conceptos y cada vez se identifican más modernistas.
- Juventud. Esta de moda en los jóvenes la búsqueda de identidad. Este mercado es consumista y diverso, puesto que se identifican con marcas, tendencias, creencias que reflejen su propia personalidad.
- El mercado retro o “romántico”. Este público es amante del pasado, su atracción es principalmente basada en los años 70’s, 80’s y 90’s, han documentado casos de este

mercado donde con la compra de productos retro, los hace sentir jóvenes y vivir de un recuerdo placentero.

- Sector ecológico. Este tipo de personas se preocupan constantemente por el medio ambiente y su preservación, por lo tanto, se enfocan en consumir productos orgánicos, biodegradables, reciclables, naturales y enfocan su consumo en empresas socialmente responsables.
- Mercado “soltero”. Alrededor del mundo, las tendencias de las personas solteras se vuelve cada vez más normal. Este tipo de mercado tiene en mente el tema matrimonial, sin embargo, no es un tema obligatorio para ellos. Estos potenciales clientes de negocio, buscan viajar y disfrutar la soltería, comúnmente son empresarios y el poder adquisitivo es aceptable. El “sentido aventurero” permite canalizar oportunidades de negocio y productos que satisfagan esas brechas.
- Mercado *Gaming*. Los *gamers* han tomado fuerza a raíz de la pandemia del COVID 19. La actividad de los juegos en línea se tornó en un auge en brutal crecimiento. En consecuencia, los productos tecnológicos como computadoras, software, artículos ergonómicos se dispararon notablemente. Este mercado seguirá creciendo y una incursión de negocio en este sector es demasiado esperanzador.

Estos son nichos de mercado que han generado tendencia estos últimos años. La segmentación dependerá de lo que la compañía considere pertinente en aras de incursión y crecimiento.

Propuesta de valor. Son los paquetes de productos y servicios que son únicos para cada segmento de clientes, es decir, el elemento diferenciador. Una empresa crea valor para su potencial mercado otorgando solución a problemas y satisfaciendo las demandas de un nicho en particular. Una propuesta de valor cuidadosamente considerada puede influir en la decisión de un cliente de comprar los productos de la compañía. Algunos ejemplos modernos de propuestas de valor son la marca o estado, la accesibilidad, el diseño, la personalización e incluso el alto rendimiento.

En este segmento, la innovación y desarrollo son factores que robustecerán a la empresa, siempre buscando añadir y ofrecer valor agregado. Debe tomarse en cuenta cuáles serán los atributos y beneficios de los productos ofertados, y así, buscar llegar al target.

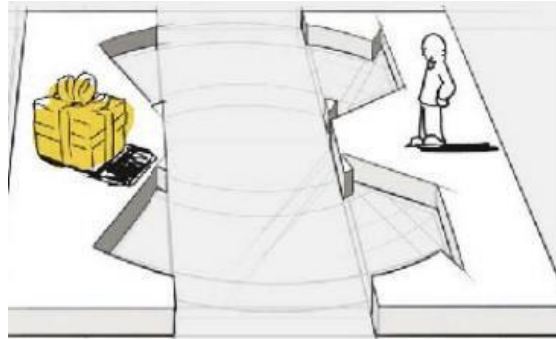


Figura 2. 2 Propuesta de valor (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Las preguntas que pueden plantearse en esta sección pueden ser:

- ¿La empresa ayuda a resolver los problemas y necesidades de los clientes?
- ¿Qué productos y servicios ofrece la empresa a cada segmento?
- ¿Qué valor agregado entrega la empresa al cliente?

Detectar el valor que el cliente busca es vital para que las personas se acerquen y compren los productos o requieran los servicios. A largo plazo, la compañía o negocio, obtendrá beneficios mayores que puedan permitir competir en un mundo cada vez más agresivo. De forma similar, el valor agregado permitirá tener o no, la lealtad de los clientes.

Históricamente, el precio ha sido un factor clave para atraer y acrecentar la cartera de los clientes, pero no siempre es la mejor opción, por lo que la compañía se ve obligada a mejorar sus estrategias corporativas para mejorar sus probabilidades de crecimiento. El enfocarse solo en los precios, permite a otras compañías realizar lo mismo convirtiéndose en una guerra de precios carente de planeación estratégica que los diferencie. Muchos factores deben considerarse para poder detectar nuevas oportunidades de negocio.

Canales de distribución. Esta parte describe los puntos de interacción con los clientes, como la distribución y las ventas. Así mismo, los medios de comunicación y marketing, como cuentas de redes sociales (Facebook, Twitter, Instagram, TripAdvisor, etc.), publicidad, reseñas, comerciales y sitios de terceros. Algunos ejemplos comunes de canales de distribución son el mercadeo viral, afiliaciones, televisión y radio, ferias, etc.

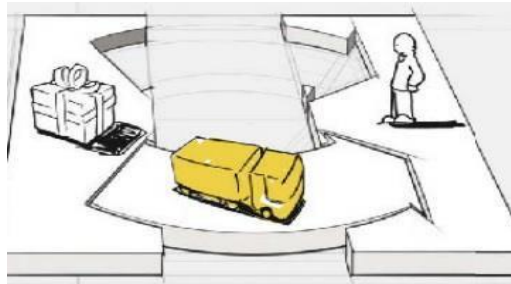


Figura 2. 3 Canales de distribución (Osterwalder & Pigneur, 2010)

La empresa debe tener presente cómo se comunicará con su *target* con sus canales de distribución. Algunos autores plantean que los canales de distribución aportan lo siguiente:

- Dan a conocer los productos y servicios.
- Asesorar al cliente a evaluar la propuesta de valor que el busca
- Conocimiento de los distintos nodos de contacto entre los clientes y la compañía
- Se establecen las condiciones adecuadas para un servicio postventa

Para este paso, las preguntas que se pueden formular para mayor entendimiento son:

- ¿La empresa puede generar más conciencia sobre sus productos y servicios?
- ¿Qué canales de distribución son más efectivos para entregar propuestas de valor a los clientes?
- ¿Se están considerando todos los canales y su respectiva integración?
- ¿Existe algún canal con costo elevado y aparte sea ineficaz?

En conclusión con esta parte, el negocio debe determinar cuál o cuáles son las mejores estrategias para acercar los productos con el mercado objetivo.

Relación con el cliente. A diferencia de los canales, se crean vínculos con los clientes, centrando los esfuerzos en cómo una empresa apoya a los usuarios después de que hayan realizado una compra e incluso seguimiento posterior. Dentro del plan estratégico se debe

tener en consideración que las buenas relaciones con los clientes aumentan las probabilidades de obtener su lealtad y por ende, aumentar las ventas y ganancias. Algunas categorías de relación con el cliente pueden ser servicios automatizados, apertura de comunidades de usuarios, asistencia de productos, reseñas para decisión, etc. Como preguntas de clarificación y robustez, se pueden plantear las siguientes:

- ¿La relación con cada segmento de clientes es la esperada?
- ¿Los medios actuales para establecer y mantener las relaciones con los clientes están integrados con el resto del modelo de negocio?
- ¿Son costosos estos medios de relación?
- ¿La compañía está a la vanguardia de estrategias de comunicación modernas, fáciles y rápidas?

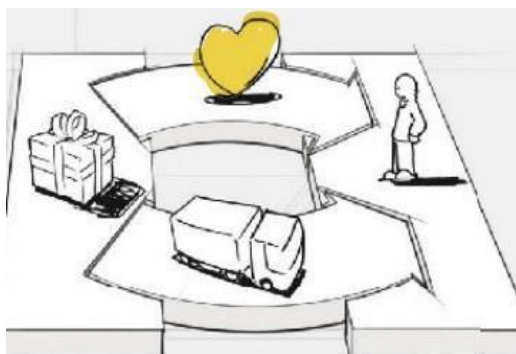


Figura 2. 4 Relación con el cliente (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Un análisis antes – ahora permitirá visualizar las perspectivas y detectar áreas de oportunidad en la comunicación efectiva con los clientes.

Recientemente, la internet y el torrencial flujo de información que genera, permite mucho más acceso a la web. Lo anterior permite que los clientes puedan generar reseñas y opiniones sobre algún producto o servicio. Estos comentarios a menudo pueden influir en otras personas de acuerdo a la experiencia previa de alguien. Por esta razón, tener una buena relación con los clientes siempre debe ser una latente prioridad para beneficio del negocio. Una parte fundamental es atender reclamos y quejas de los usuarios y resolver sus problemas con el producto, lo que permitirá un mayor acercamiento, y la complacencia y seguridad del cliente será valorada.

Flujos ganancia/ingreso. Dentro de esta sección deben describirse con claridad las fuentes de efectivo de la compañía. Es recomendable clasificar los tipos de ingreso de una compañía para poder canalizarlos adecuadamente hacia los clientes, así como el valor añadido. Los tipos de crecimiento de un negocio pueden ser: vertical, que hace referencia a un mercado con mayor poder adquisitivo, las compras son frecuentes, a gran proporción e incluso son impulsivas. En cuanto al crecimiento horizontal se refiere, es aquel donde se deben conseguir mucho más clientes, con un nivel adquisitivo menor. En esta clasificación no se garantizan tantas compras y suele ser más espontáneo/esporádico.

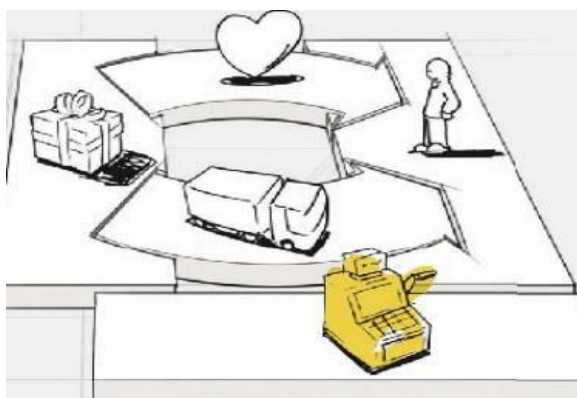


Figura 2. 5 Fórmula de ganancia (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Las fuentes de ingreso más comunes son suscripciones, cobro por servicio, pagar para usar, ganancia patrimonial, etc. En esta parte surgen preguntas propuestas como lo son:

- ¿Cuánto contribuye cada flujo de ingresos a los ingresos de corte general de la empresa?
- ¿El cliente tiene algún medio de pago preferente?
- ¿Hasta que valor están dispuestos a pagar los clientes?

La propuesta de valor ofrecida debe ser bastante atractiva para obtener los beneficios esperados. Comprender las necesidades del mercado meta ayuda a desarrollar una mejor planeación estratégica para llegar a este nicho o segmento.

Por otra parte, se pueden estimar los ingresos sobre cada fuente tomando en cuenta lo que el mercado está dispuesto a pagar por un producto o servicio.

Recursos clave. Se deben mostrar los activos (recursos) que son necesarios en el modelo de negocio de la compañía. Si una empresa está siendo impulsada por el producto, los recursos se deben canalizar para que ese producto siga vendiéndose y/o mejorando para atraer mayores ingresos. Los recursos como el talento, deben ser apreciados y reconocidos. Los recursos valiosos que se pueden encontrar en esta parte son:

- Intelectual: marcas, patentes, desarrollo tecnológico, derechos de autor, generación de bases de datos y todo lo referente a la propiedad intelectual.
- Físico: Se refiere a la infraestructura e instalaciones, maquinaria, mobiliario, capital humano, vehículos, etc.
- Técnicos: el conocimiento técnico y experiencia deben ser considerados en esta parte, así mismo el software, la capacitación, el liderazgo, etc.
- Financiero: se refiere a los fondos y activos que soportan financieramente las actividades de una empresa, por ejemplo, las inversiones, el efectivo, las líneas de crédito, socios, entre otros.

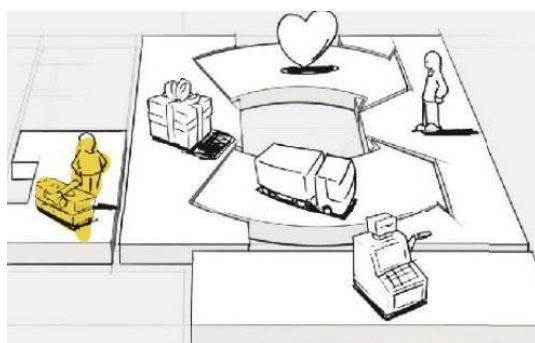


Figura 2. 6 Recursos clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Como preguntas para robustecer este paso, se pueden considerar:

- ¿Qué recursos son importantes para asegurar las fuentes de ingresos de la empresa, los canales y la relación con el cliente?
- ¿Qué recursos se necesitan para optimizar las propuestas de valor de la compañía?

A este nivel, los expertos recomiendan la evaluación de sus principales competencias internas, lo que puede otorgar una brecha diferenciadora respecto a los competidores y que puede ser implementada en el modelo de negocio.

Actividades clave. Son actividades de carácter vital para que se garantice el éxito de la compañía, éstas aportarán mejor valor al producto. Priorizar la clasificación de operaciones que son parte integral del proceso, como lo son la asignación de recursos, mantenimiento de la infraestructura, diseño del producto, entrega de pedidos, consultas, etc. Las preguntas de soporte que podemos rescatar son:

- ¿Qué acciones son esenciales para los flujos de ingresos, las relaciones con los clientes y los canales de distribución?
- ¿Qué actividades clave requieren las propuestas de valor?
- ¿Qué tareas diarias contribuyen al funcionamiento del modelo de negocio de la compañía?

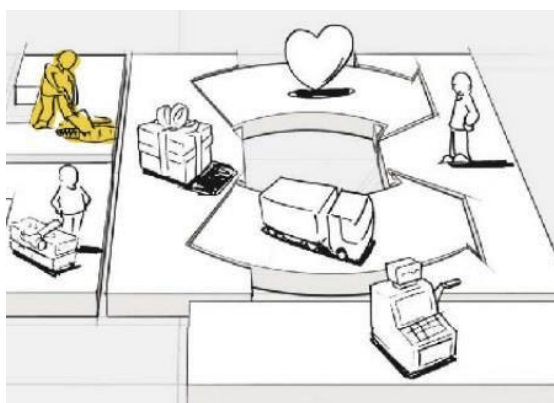


Figura 2. 7 Actividades clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Los ejecutivos experimentados recomiendan que las actividades deben ser evaluadas y determinadas por las personas adecuadas, previo al análisis canalizado de las aptitudes de dichas personas. Aunado a lo anterior, se realizarán planes de trabajo para cada colaborador y nivel de la empresa.

Asociaciones-alianzas clave. Toda compañía requiere alianzas para poder abordar el mercado de una manera más eficaz. Se pueden alcanzar resultados satisfactorios evaluando a las asociaciones y teniendo o fortaleciendo alianzas con ellas. De igual forma, las redes de socios y proveedores son interesantes en aras de robustecer o expandir el negocio. Como preguntas de fortalecimiento se tienen las siguientes:

- ¿Qué recursos proporciona el socio?
- ¿Cuál es el principal beneficio para buscar enlazar esta asociación?
- ¿Quiénes son los socios y proveedores clave?
- A qué actividad clave contribuye el socio?

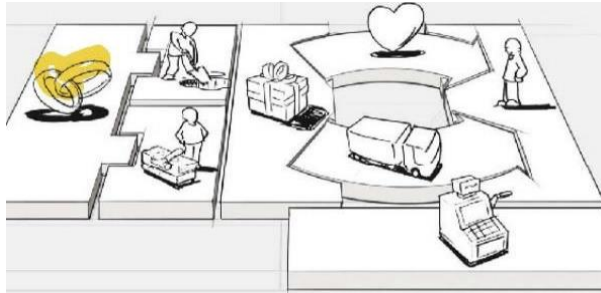


Figura 2. 8 Alianzas clave (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Las cuatro tipos de asociaciones que una empresa tiene como alternativa son:

- Alianzas de negocio entre competidores y no competidores.
- Organizaciones conjuntas para levantamiento e inversión de nuevos negocios
- Relaciones comprador-vendedor.

Cabe destacar que los recursos, actividades y alianzas clave deben optar por una ideología de mejora continua y tener una relación estrecha para asegurar el balance entre organizaciones produciendo como resultado un sistema ganar-ganar.

Estructura de costos. Los segmentos anteriores permiten obtener una mejor comprensión de la infraestructura de la compañía. Se genera una visión completa de costos, que incluye los diversos tipos de gastos en los que incurre la empresa al realizar sus operaciones y sub-operaciones. Aparte de los costos fijos, considere que los costos variables pueden cambiar si la empresa existe expansión. Las dos estrategias clásicas de estructura de costos son:

- *Estrategia impulsada por el valor.* Se enfoca en mejorar la percepción de valor del cliente.
- *Estrategia de costos.* Este rubro implica reducción de costos latente, es decir, a todo momento.

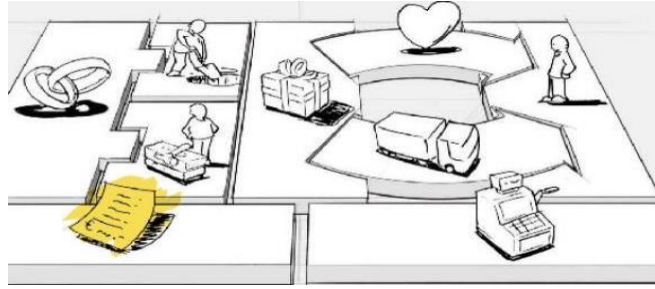


Figura 2. 9 Estructura de costes (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Algunas preguntas que pueden realizarse en esta sección son:

- ¿Qué costos son los más importantes en el modelo de negocio planteado?
- ¿Cuáles son los recursos y actividades clave más costosos?

Finalmente, se puede concluir que el modelo de negocios tiene como principal característica de ser un tipo de lienzo que establece las actividades clave para un negocio y colocarlos manera precisa para identificación de su rubro (Osterwalder & Pigneur, 2010).

2.4 Service Blueprint

El blueprinting del servicio se introdujo inicialmente como una herramienta para el control de procesos, pero en la actualidad el concepto ha evolucionado y se basa de forma segura en la experiencia del cliente y permite la visualización clara de procesos de servicio dinámicos. Es un diagrama que permite visualizar de manera clara las relaciones entre los diferentes componentes del servicio como lo son personas, accesorios (físicos o digitalizados) y procesos. Estos entes están directamente vinculados a los puntos de contacto en un barrido específico del cliente. Los planes de servicios se desarrollaron aún más para hacer distinción entre las actividades en el escenario y las actividades entre bastidores. Estos componentes clave siguen siendo la base de la técnica y más importante y relevante característica, la de iluminar el “papel” del cliente en el proceso de servicio. Por consiguiente, esta técnica proporciona una visión holística para que los colaboradores y procesos internos lo que realizan en todo el sistema los servicios integrados. Para reforzar la orientación al cliente

entre los mismos empleados es importante analizar los planos y aclarar las interfaces entre procesos y/o departamentos (Marcia Robinson, 2003).

Service Blueprint comparte similitudes con otros enfoques de modelado de procesos en que 1) es una notación visual para representar los procesos comerciales mediante símbolos que representen a los actores y las actividades, 2) puede ser utilizado para representar panoramas de alto nivel de los procesos conceptuales o detalles de determinados apoyos o subprocesos, y 3) acomodará los enlaces a documentos y diagramas paralelos y de subprocesos a través de otras herramientas de modelización de procesos más centradas en el ámbito interno y lenguajes como BPMN (Business Process Modeling Notation) y UML (Unified Modeling Language).

Sin embargo, el service blueprint no es tan complejo o formal como algunas herramientas de modelado de procesos de negocios como UML. Los planos de servicio son relativamente simples y sus representaciones gráficas son fáciles para todas las partes involucradas: los clientes, los gerentes, los empleados de primera línea - para aprender, utilizar e incluso modificar para satisfacer los requisitos de una innovación en particular. El proyecto de servicio mantiene el enfoque de una innovación de servicio en la relación humano-a-humano e interfaces entre humanos y tecnología en los límites de la empresa, en lugar de a nivel del motor de software, lo que permite los diseñadores de servicios para profundizar en la empresa sin perder la conexión con las acciones de los clientes y proceso (Jo Bitner, L. Ostrom, & N. Morgan, 2008).

2.4.1 Componentes de Service Blueprint

Hay cinco componentes de un típico blueprint:

- Acción directa del cliente.
- Las acciones de los empleados y su contacto visible.
- Las acciones de los empleados y su contacto invisible.
- Procesos de soporte.
- Evidencia física.

Las "acciones del cliente" incluyen todos los pasos que los clientes toman como parte de la prestación del servicio proceso. Las acciones de los clientes se representan cronológicamente

en la parte superior del plano. Que hace que el servicio blueprint es diferente de otros enfoques de diagramas de flujo es que las acciones del cliente son fundamentales para la creación del plano, y como tal, normalmente se establecen primero para que todas las demás actividades puedan ser visto como apoyando la propuesta de valor ofrecida o co-creada con el cliente.

El componente crítico que continua es el "contacto visible de las acciones del empleado", separado del cliente por la línea de interacción. Las acciones de los colaboradores de contacto en primera nivel que se producen como parte de un contacto "*face to face*" se representan como actividades de los colaboradores de contacto en el escenario esquemático. Cada vez que la línea de interacción se cruza a través de un enlace del cliente a un empleado de contacto (o tecnología de autoservicio de la empresa, etc.), ha ocurrido un momento de la verdad.

En cuanto al "contacto invisible de las acciones de los empleados" separado de las acciones en el escenario por una fina e importante línea de visibilidad. La parte superior de la línea visible es perfectamente visto por el cliente, por el contrario, la parte inferior no es visible. En esta área se describen las acciones de los colaboradores de contacto, tanto las involucradas en una interacción invisible con los clientes como cualquier otra acción o actividad que los colaboradores de contacto realicen para enfocarse en atender a los clientes y se haga un buen hábito como parte de sus responsabilidades de servicio.

El cuarto peldaño crítico del plan es "procesos de apoyo" separados de los colaboradores de contacto por la línea "interna" de interacción. Estas son todas las actividades llevadas a cabo por individuos y unidades dentro de la empresa que no son empleados de contacto pero que deben ocurrir para que el servicio sea realizado.

Las separaciones verticales del área de soporte que conectan con otras áreas del plano muestran la Inter funcionalidad conexiones y apoyo que son esenciales para entregar el servicio al cliente final. Finalmente, para cada acción del cliente, y cada momento de la verdad, "la evidencia física" con la que los clientes entran en contacto es descrito en la parte superior del blueprint. Estos componentes son los tangibles a los que los clientes están expuestos que puede influir en sus percepciones ambiguas, objetivas o no objetivas de calidad (Jo Bitner, L. Ostrom, & N. Morgan, 2008).

2.4.2 Construyendo un blueprint

Cuando se construye un blueprint, el primer paso es articular claramente el proceso o subproceso de servicio. Dado que las empresas suelen modificar los procesos de servicio para adaptarlos a las necesidades y deseos de los diferentes clientes a los que se dirigen (por ejemplo, el proceso de facturación de un viajero frecuente de una línea aérea o de un pasajero de primera clase frente a otros pasajeros), es importante especificar qué segmento de clientes es el objetivo del blueprint.

Una vez que esto se ha decidido, las acciones de los clientes deben ser delineadas primero porque esto sirve como base para todos los demás elementos del blueprint. A veces, esto puede ser más desafiando más de lo previsto. Preguntas como "¿Cuándo comienza y termina el servicio desde el punto de vista del cliente?" tienden a generar un debate considerable. Después de que eso se haya establecido, el contacto las acciones de los empleados, tanto en el escenario como entre bastidores, pueden ser delineadas, seguidas de procesos de apoyo. En este punto, se pueden añadir enlaces que conecten al cliente con las actividades de los empleados y con el apoyo necesario funciones. La evidencia física es típicamente el último componente añadido al plano. El blueprint es idealmente desarrollado por equipos multifuncionales, posiblemente incluso con la participación de los clientes (Jo Bitner, L. Ostrom, & N. Morgan, 2008).

2.5 Análisis datos

Debido a que la tecnología solo otorga los datos de las variables de los cafetales se utilizará minería de datos para el análisis de los datos.

2.5.1 La Minería de Datos

La Minería de Datos es una etapa dentro del KDD que intenta convertir grandes volúmenes de información en conocimiento a través del uso de modelos de procesamiento. Surge como una nueva herramienta que propone una solución en el tratamiento de la información, particularmente apta cuando las herramientas estadísticas convencionales no son suficientes.

2.5.2 Conceptos de la Minería de Datos

La Minería de Datos (del inglés *Data Mining*) es una disciplina que ha tenido un desarrollo vertiginoso gracias a los avances en diversas áreas tales como la informática, la estadística y la inteligencia artificial. Muchas de las metodologías utilizadas en la Minería de Datos

proviene principalmente de dos ramas de investigación, la primera es la desarrollada dentro de la comunidad del aprendizaje automático (del inglés “*machine learning*”) y la otra de la comunidad estadística, particularmente en estadística multivariada y computacional.

El aprendizaje automático, o también llamado aprendizaje de máquinas, está íntimamente relacionado con la ciencia computacional y la inteligencia artificial. Consiste en desarrollar algoritmos que permitan encontrar relaciones y regularidades en los datos y que pueden transformarse en verdades generales (Giudici, 2003).

Una definición (Linoff & Berry, 2011) plantea a la Minería de Datos como un proceso para detectar conocimiento en grandes cantidades de información que se encuentran almacenadas en bases de datos y bajo una estructura formal, que se vuelve útil para la toma de decisiones inteligentes.

Algunos de los conceptos que se manejan en la Minería de Datos son:

- *Algoritmos*: serie de instrucciones o reglas perfectamente definidas para cumplir una determinada tarea. No hay cabida para la ambigüedad en los algoritmos. Para el desarrollo de un modelo de Minería de datos, el algoritmo analiza el dataset en busca de patrones o tendencias definidas, para posteriormente, utilizar los resultados para estipular parámetros.
- *Base de datos*: serie de datos concentrados por un mismo contexto. Los datos están por lo general de manera estructurada tubularmente.
- *Patrones*: la forma esperada del comportamiento de un conjunto de datos analizados previamente.
- *Instancia*: se refiere a un elemento particular (i.e. registro o ítem) dentro de un conjunto o base de datos.
- *Atributo*: es una característica particular que posee un determinado elemento o instancia.
- *Clase*: es el atributo o variable que se desea conocer mediante la búsqueda de un patrón en una base de datos.

2.5.3 Las tareas de la Minería de datos

La Minería de Datos, en su aplicación, pueden clasificarse en las siguientes categorías (Han, Kamber, & Pei, 2012):

- *Regresión*: Determina una función que “mapea” una serie de variables de entrada X, llamadas independientes, en una sola o más variables de salida Y, llamadas dependientes. Esta variable está estipulada numéricamente y soportada por supuestos estadísticos. Se mencionan ejemplos aplicables como el dinero en efectivo que necesitará un cajero ATM en determinado fin de semana o predecir la demanda de algún producto. La regresión lineal simple y la regresión lineal múltiple son las técnicas más tradicionalmente empleadas.
- *Clasificación*: Este concepto clasifica instancias en un número definido (finito) de clases, en concordancia con sus atributos. Determinado esto, examina características peculiares de un objeto y asigna una “clase” de acuerdo con un concentrado de dichos objetos que se definieron previamente. Algunos ejemplos de aplicación son: el clasificar aplicaciones a crédito, como bajo, medio y alto riesgo o la detección de reclamos fraudulentos de pólizas de seguros. Entre los algoritmos más utilizados se encuentran: los árboles de decisión (e.g. ID3, C4.5), el algoritmo k-vecinos más cercanos y las redes bayesianas.
- *Agrupamiento (clustering)*: Es la división de datos en grupos similares. Este procedimiento de agrupación construye vectores de acuerdo con ciertos criterios (e.g. grado de similitud). La función de los vectores de entrada es agrupar a los más cercanos de acuerdo con sus características comunes. Un ejemplo de aplicación es la división de la base de clientes de acuerdo con sus hábitos de consumo. Para realizar estas agrupaciones existen ciertos algoritmos como K-means, k-medoids, Fuzzy C-means, Angulo de Distribución Mínima, Método de Autoorganización (SOM), Razonamiento Adaptativo.
- *Reglas de asociación*: Este tipo de reglas descubren razones de tendencia como patrones o comportamientos. Determinando las cosas u objetos que van juntos con el uso de algoritmos intensivos en procesamiento. Por ejemplo, que clúster de productos se adquieren en un supermercado por parte de un determinado consumidor.

- *Secuenciación*: Busca secuencias probables en situaciones estándar, a través de un proceso de entrenamiento, listas de eventos y conocimiento de interesantes eventos.

Los algoritmos más utilizados para las reglas de asociación y la secuenciación son: algoritmo A priori (para identificar conjuntos frecuentes de objetos), los métodos FP-Growth y Eclat, y los algoritmos ZeroR y OneR.

2.5.4 El proceso de la Minería de Datos

Para llevar a cabo una aplicación exitosa de la Minería de Datos, es necesaria la implementación de un proceso sistemático bien organizado. Diferentes actores del medio industrial y académico han propuesto diversos procesos para maximizar el éxito de los proyectos. Estos esfuerzos han dado lugar a varios procesos estandarizados. Un ejemplo es la metodología “*Cross-Industry Standard Process for Data Mining - CRISP-DM*” (Catley, Smith, McGregor, & Tracy, 2009).

Esta metodología está compuesta por seis fases:

Entendimiento de negocios. En esta fase inicial se realiza una compresión de los objetivos y requerimientos de los proyectos de Minería de Datos desde el punto de vista de la empresa y sus necesidades de conocimiento para establecer una definición del problema y un plan preliminar.

Comprensión de Datos. El principal objetivo de esta fase es familiarizarse con los datos con el fin de detectar problemas de calidad, u otros grupos de datos interesantes que puedan sumar al proyecto, así como la formulación de hipótesis.

Preparación de datos. Aquí se realiza una previa preparación donde se construye un conjunto de datos a partir de los iniciales (datos brutos), esto se realiza con diversos modelos que se encargan de realizar una depuración de datos.

Modelado. Fase en la cual se hace una selección de las diversas técnicas de modelado. Existen técnicas que muy a menudo resuelven los problemas de Minería de Datos, algunas de estas solicitan los datos con una cierta estructura o requerimientos, pero dependiendo del problema a resolver será necesario modificar la estructura, construir un modelo y establecer parámetros de evaluación.

Evaluación. Es importante realizar una evaluación del modelo que se utilizó y analizar los pasos que se llevaron a cabo para asegurar que se alcanzaron los objetivos establecidos en la primera fase, así como determinar que no existe algún conflicto o problema importante con la empresa, que no se haya considerado.

Despliegue. La información deberá ser presentada de tal forma que la empresa pueda utilizar estos datos. El despliegue puede ser tan rápido y fácil o complejo dependiendo de los requerimientos. En la mayoría de los casos es la empresa la encargada de efectuar la implementación.

2.5.5 Las aplicaciones de la Minería de Datos

La Minería de Datos se ha convertido en una herramienta muy conocida para resolver problemas en las empresas. Ha demostrado ser útil en diferentes áreas como se muestra a continuación (Turban, Sharda, & Dursun, 2011; Osterwalder & Pigneur, 2010):

Administración basada en la relación del cliente. CRM siglas del término en inglés *Customer Relationship Management*. Su objetivo principal es crear un trato uno a uno con el cliente, estableciendo una relación íntima de sus necesidades y deseos. A través de la construcción de una relación en el tiempo identificando una variedad de transacciones como: solicitudes de servicios, servicios de garantía y todos aquellos datos que van en aumento. Estos documentos traen consigo importante información, que a simple vista es difícil detectar, pero con estos datos es posible identificar a compradores potenciales de nuevos productos y/o servicios, entender cuáles son los motivos por los que los clientes están dejando de comprar, así como identificar a clientes rentables y sus necesidades, dando la oportunidad de fortalecer relaciones e incrementar las ventas.

Finanzas. La Minería de Datos puede soportar a los bancos a procesar las solicitudes de préstamos e identificar a las personas morosas con mayor exactitud y rapidez, así mismo ayuda a la detección de operaciones fraudulentas, también identifica que productos el cliente pueda llegar a adquirir con base a los servicios y/o productos con los que cuenta. Puede además predecir cuándo y cómo la lista de precios y cotizaciones cambiará. Analizar el comportamiento de los diferentes mercados bursátiles, entre otros.

Ventas y logística: Se utiliza para predecir los volúmenes de venta con el fin de establecer niveles de inventarios, además permite la detección de relación entre las ventas de productos con el fin de determinar la mejor distribución de estos. Por otro lado, puede servir para la previsión de niveles de consumo de diferentes tipos de productos (basados en condiciones estacionales o ambientales) o para mejorar aspectos logísticos y de marketing.

Manufactura y producción: Es un excelente medio para la predicción de fallas en las máquinas utilizando la información arrojada por sensores. Sirve además para identificar las anomalías y similitudes en los sistemas de producción con el fin de optimizar la capacidad de fabricación. Otra aplicación puede ser la de descubrir nuevos patrones para identificar y mejorar la calidad en los productos.

Gobiernos y defensa: Permite pronosticar el costo de la logística en las operaciones e intervenciones militares. Además de facilitar la planeación de las estrategias para las maniobras militares. Puede además predecir el consumo en recursos para asegurar su reaprovisionamiento. Otras aplicaciones pueden ser el espionaje y la detección de actividades terroristas (mediante el monitoreo de los correos electrónicos).

Medicina. La medicina ha sido una de las áreas en dónde la Minería de Datos ha tenido un enorme campo de aplicación. Básicamente ha sido utilizada para identificar los patrones que permiten mejorar el diagnóstico de pacientes. Además de construir modelos que faciliten la predicción de las tasas de éxito de los pacientes de trasplante de órganos o para desarrollar mejores políticas para la donación de órganos. Las recientes aplicaciones en esta área se han focalizado en la identificación de las funciones de los diferentes genes en el genoma humano y de la detección temprana de diversos tipos de cáncer.

2.5.6 Herramientas para la aplicación de la Minería de Datos

Actualmente, hay disponibilidad de diversas herramientas de software para el desarrollo de modelos de Minería de Datos, éstas son comerciales pero también hay de dominio libre, por ejemplo:

Software de distribución libre:

Weka. Es una de las herramientas más conocida en el medio. Es de distribución libre y de código abierto. Contiene varios algoritmos para Minería de Datos, así como herramientas

para el preprocesamiento, clasificación, regresión, agrupamiento, reglas de asociación y visualización. Su principal ventaja es que es un software libre de código abierto (Weka, 2013).

RapidMiner. En los últimos años, esta herramienta está teniendo una gran difusión en el medio académico. En ella se incluye además de los algoritmos de Minería de Datos, extensiones que permiten realizar análisis de Minería de Textos y Minería de la Web (Web Mining), además de poder interpretar los algoritmos de Weka. Su entorno es más robusto, y a la vez, fácil de manejar por los usuarios. Es de distribución libre bajo licencia GNU.

Lenguaje R. Es un lenguaje programable de distribución libre para el análisis estadístico y gráfico, oferta una multi - variedad estadística (modelado lineal y no lineal, clásicas pruebas estadísticas, series temporales, agrupación, clasificación, entre otras) (r-project, 2014). Las ventajas del lenguaje R son que es un entorno bastante desarrollado facilitando el acceso a una amplia variedad de técnicas estadísticas y gráficas, ofreciendo un lenguaje de programación simple y efectivo, admitiendo, condiciones, funciones. Asimismo, permite editar todas las funciones y ver su implementación, facilitando el análisis y presentación de datos. Su principal desventaja radica en que si no se cuenta con conocimientos básicos de programación el entorno resulta poco amigable.

Entre el software de distribución comercial se encuentran los siguientes:

InfiniteInsight. Herramienta de análisis predictivo que reduce el esfuerzo de realizar actividades de forma manual y repetitiva para tomar decisiones. Algunos de sus enfoques son la optimización del ciclo de vida del cliente, la reducción del riesgo y prevención del fraude, la recomendación de productos, la optimización de palabras claves, el marketing, la recomendación de productos y el mejoramiento del diseño de un producto utilizando la voz del cliente (Kxen, 2013). Este software tiene como objetivo solucionar los problemas reales de la empresa. Su principal desventaja es que solo se enfoca al área del cliente, olvidando las demás áreas de la empresa

Microsoft SQL Server Data Mining. Microsoft proporciona una plataforma que incluye a la Minería de Datos utilizando datos relacionales o cubos para la creación de soluciones de Negocios Inteligentes.

SQL Server 2012 proporciona características significativas que permiten integrar a la Minería de Datos en soluciones de inteligencia de negocios. A continuación, se mencionan algunos beneficios de esta herramienta (Microsoft, 2013):

- Varios orígenes de datos. No se necesita crear un almacén de información como los cubos OLAP para aplicar Minería de Datos. Se puede utilizar hojas de cálculo, archivos de texto, entre otros.
- Limpieza de datos integrados. A través de herramientas avanzadas para la limpieza de datos, procesamiento, entrenamiento y actualización de modelos.
- Varios algoritmos personalizables. La plataforma permite desarrollar complementos que personalizan a los algoritmos de agrupamiento, redes neuronales y árboles de decisión.
- Infraestructura de prueba del modelo. Para realizar las pruebas y entrenamiento de los modelos se puede utilizar herramientas estadísticas como la validación cruzada, matrices de clasificación, gráficos de dispersión, entre otros.
- Consultas y obtención de detalles. Permite asignar cierta predicción a la hora de realizar consultas.
- Compatibilidad con el lenguaje de scripting y API administrada. Los objetos que se realizan para minería de datos son totalmente programables
- Seguridad e implementación. Provee de seguridad que se establece a través de roles y permisos para la visualización de los detalles del modelo y de los datos estructurados.

Statistica. Es una plataforma de Minería de Datos que ofrece una gran cantidad de herramientas, técnicas y modelos fáciles de usar, permitiendo el procesamiento, lectura y escritura de datos en cualquier formato (Statsoft, 2014). *Statistica* proporciona modelos de preprocesamiento, limpiezas y herramientas de filtrado, para la selección de información importante. También permite la elaboración de modelos de predicción en varios lenguajes de programación.

SAS Stat. Proporciona una serie de herramientas con la finalidad de analizar datos de toda la empresa, a través de métodos estadísticos tradicionales como: análisis de varianza, análisis de regresión utilizando mínimos cuadrados, redes bayesianas, análisis multivariado, entre

otros, también maneja métodos psicométricos que se adaptan al juicio humano y su percepción comúnmente utilizada para datos de estudios de mercado donde miden la similitud de productos: esta herramienta también analiza datos de encuestas... con la finalidad de facilitar la información para mejorar los procesos de una empresa (Sas, 2014).

2.6 Simulación

2.6.1 Introducción a la simulación

Recientemente, se han desarrollado nuevos y cada vez más potentes modelos de computación que han traído innovaciones importantes para una mejor y más eficiente toma de decisiones, así mismo, para diseño y mejora de productos y procesos. En esta misma vía, la simulación es una herramienta adecuada por su impacto.

En la actualidad, una gran cantidad de software de simulación están a la disposición del analista que le ayuda a tomar decisiones de muchos temas diferentes. Por ejemplo, determinar ubicaciones óptimas para una nueva planta, diseñar sistemas de trabajo productivos de procesos que ya existen, pero se requiere su mejoría. Podría decirse que la facilidad para resolver estos y muchos otros problemas ha hecho de la simulación una herramienta cuyo uso y desarrollo es muy recomendable. Es muy común encontrar paquetes de software con gran capacidad y excelentes análisis, animaciones e informes. En general, estos paquetes ya sea orientados a procesos, a servicios o de índole general vienen en una gran variedad que permite una gestión más eficiente de la información relevante a analizar y una mejor representación e interpretación.

El termino simulación incluye soluciones para varios propósitos. Por ejemplo, un modelo a escala de un avión colocado en una cámara a través de la cual fluye el aire puede simular los efectos que experimentaría un avión real cuando se somete a turbulencia. Por lo tanto, algunos paquetes de software ofrecen la posibilidad de crear procesos de fresado o torneado. Una vez que el usuario ha establecido ciertas condiciones iniciales, puede ver cómo va el proceso real y verificarlo sin desperdiciar o poner en peligro la máquina de material.

Entre los muchos tipos de procesos de simulación que se pueden usar, este libro analiza uno basado en el uso de fórmulas matemáticas y estadísticas conocido como simulación de eventos discretos. Este proceso consiste en utilizar las distribuciones de probabilidad y las condiciones lógicas del problema bajo análisis para correlacionar varios eventos que pueden

cambiar el estado del sistema bajo investigación. Por ejemplo, un proceso de inspección en el que se sabe estadísticamente que el 0.2% de los productos tienen algún defecto se puede simular fácilmente con una hoja de cálculo simple. Considere las estadísticas de productos rechazados y conformes y asigne una distribución de probabilidad con una probabilidad de 0.2% en cada intento de prueba.

2.6.2 ProModel

Es uno de los software de simulación comercial más utilizados en el mercado industrial. Existen herramientas de análisis y diseño, junto con animaciones de los modelos investigados, para ayudar a los analistas a comprender mejor el problema y sentirse con más confianza en las decisiones que deben tomar. Esencialmente, este producto se enfoca, entre otras cosas, en el proceso de fabricación de uno o más productos, líneas de ensamblaje y conversión. No es su especialidad, pero ProModel le permite realizar excelentes simulaciones de operaciones de servicio (García Dunna , García Reyes, & Cárdenas Barrón, 2006).

2.6.2.1 Elementos básicos

Se pueden diferenciar los conjuntos de módulos que llevan a los analistas a realizar una investigación más exhaustiva del modelo que deseen simular. Cada uno de los módulos tienen herramientas de trabajo que hacen de ProModel uno de los mejores conjuntos de simulación del mercado.

ProModel. En espacio en el que se define un modelo y todos sus componentes. En este módulo se programa todo lo relacionado con las relaciones entre las variables del modelo, como contadores y relaciones lógicas, flujos, actividades, ciclos de producción, etc.

Editor gráfico. Tiene una serie de bibliotecas que permiten una representación más visual de los modelos creados. Además, puede importar y crear las imágenes que necesita para representar mejor el problema que está simulando. Los dibujos creados con un software específico también se pueden importar para este propósito.

Resultados. Contiene una interfaz de resultados que facilita la gestión, distribución y análisis de la información. Este módulo le permite ver los resultados de todas las variables en su modelo. Algunos de ellos se reportan automáticamente y otros se obtienen a pedido explícito

del analista. Además, este módulo le permite interactuar con programas de hojas de cálculo como Excel.

Stat Fit. Este módulo incluye una herramienta estadística llamada Stat Fit, que proporciona información muy importante para probar la bondad de ajuste de los datos de la muestra y determinar las distribuciones asociadas con las variables aleatorias en el modelo. También es útil si no sabe cómo alimentar distribuciones complejas de la biblioteca de ProModel a su modelo de simulación.

Editor de turnos. El editor, permite asignar horarios a los trabajadores en los turnos que el modelo lo necesite, por ejemplo, las horas de llegada ya programadas o el tiempo de descanso o de almuerzo.

Simrunner. Es una herramienta muy eficaz para el poder analizar el modelo. Esto permite diseñar experimentos para encontrar el impacto de factores importantes debido a variaciones en los valores de la variable aleatoria elegida. Del mismo modo, puede ver la mejor combinación de factores para obtener el máximo beneficio en la mejora de su proceso.

Referencias y Ayuda. Dichos módulos de ProModel, facilitan el manejo, la operación y programación del software.

2.6.2.2 Estructura de programación en ProModel

Como se mencionó anteriormente, el software también incluye varias herramientas de animación, por lo que programar la simulación es solo una parte del proceso de construcción del modelo.

Entities: Tiene que ver con la mercancía que será creada, transformada o procesada en un producto o servicio.

Locations: Son los lugares o espacios que convierten los insumos en productos o servicios, maquinas o personas.

Arrivals: Se refiere a las especificaciones en cuanto a clase, cantidad, periodicidad y estación de arribo de los inputs o insumos/recursos.

Processing: Como sugiere el nombre, este elemento se refiere al orden, el tiempo y la manera estructurada en que los bienes se mueven de un lugar a otro.

2.6.2.3 Características innovadoras en ProModel

ProModel presenta funciones innovadoras que automatizan el proceso de creación de modelos y eliminan la necesidad de recordar la sintaxis de los comandos.

2.6.2.3.1 Constructor de Lógica

Es una herramienta que le permite crear fácilmente declaraciones lógicas válidas sin tener que recordar palabras clave, sintaxis, argumentos requeridos o nombres de elementos del modelo. También proporciona acceso a todos los elementos definidos en el modelo. El generador de lógica conoce la sintaxis de cada declaración y función, por lo que simplemente puede completar los espacios en blanco para definir su lógica. Estas son algunas de las declaraciones lógicas más utilizadas en ProModel:

- Wait: Utilizada para el retraso de una entidad en un lugar durante un período específico, posiblemente para su procesamiento.
- Stop: Manda un aviso al terminar con la réplica actual.
- Group: Durante un corto tiempo especifica entidades casi iguales.
- Load: Otorga en un periodo de tiempo corto, cierta cantidad de entidades a la entidad más reciente.
- Inc: Aumenta la variable, elemento de matriz o el valor de una expresión numérica específica.
- Ungroup: Separe las entidades agrupadas con la instrucción GROUP.
- Move: Cambia de lugar una entidad al final de la cola en un momento específico.
- View: Tiene capacidad de cambiar la vista la ventana de diseño.
- Graphic: Hace diferencia de la imagen de la entidad actual.
- In The Else: Ejecuta un conjunto o grupo de instrucciones solo y si la condición es verdadera (true).
- Wait Until: Atrasa el proceso de la actual lógica hasta que su condición sea la real.
- Move For: Cambia de lugar la entidad de la siguiente locación, en un tiempo dado.
- Split: Separa la entidad en cierta cantidad específica de entidades.
- Pause: Detiene la ejecución de la simulación hasta que el usuario selecciona la opción continuar.

2.7 Prueba t-pareada

Una prueba t pareada es una forma de bloqueo estadístico, que es mejor que una prueba no pareada cuando las unidades pareadas son similares en términos de "factor de ruido", independientemente de la pertenencia de los dos grupos que se comparan. Tiene un alto poder estadístico. En otro contexto, las pruebas t pareadas se pueden usar para reducir la influencia de los factores de confusión en los estudios observacionales.

Una prueba t de muestras pareadas o de muestras dependientes generalmente consta de una muestra de pares de valores con unidades estadísticas similares, o un grupo de unidades probadas en dos ocasiones diferentes. Por ejemplo, un ejemplo clásico de una prueba t de medidas repetidas es evaluar sujetos antes y después del tratamiento.

Una prueba t fundamentada en la coincidencia de pares de muestra, se obtiene de una muestra desapareada que posteriormente es utilizada para conformar una muestra pareada, por lo que se utilizan variables adicionales que en conjunto fueron medidas con la variable fundamental de interés.

La evaluación del acuerdo se realiza mediante la identificación de pares de valores que consisten en una observación de cada una de las dos muestras. Las observaciones pareadas son similares con respecto a otras variables medidas. Este enfoque se usa a menudo en estudios observacionales para reducir o eliminar los efectos de los factores de confusión (H. A. & Gunnink, 1997).

2.8 Android studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones de Android y se basa en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de código y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones para aumentar su productividad al desarrollar aplicaciones de Android.

Cada proyecto de Android Studio contiene uno o más módulos que contienen archivos fuente y de recursos. Los tipos de módulos son:

- Sección modular de apps para Android
- Módulo de interfaz de biblioteca
- Sección de Google App Engine

Capítulo 3. Diseño del servicio

3.1 Desarrollar los requerimientos de nuevo servicio

3.1.1 Preceptos de diseño

El servicio se centra en la asistencia a los clientes que rentan o compran el artículo tecnológico. Se encargará de apoyar a los clientes en las áreas de funcionamiento de la aplicación, ayuda especializada y atención adecuada a su cafetal.

Para generar un servicio de valor para el usuario, el diseño del modelo debe cumplir con los siguientes preceptos:

- Seguridad: Observar que los cafetales sean monitoreados de manera correcta y no sufran algún daño.
- Profesionalismo: Adecuada atención para la resolución de cada caso o circunstancia a las que se enfrente el cafetal.
- Accesibilidad: Que el usuario tenga un medio por el cual adquiera la información fácilmente.
- Confiabilidad: Que el usuario obtenga la información acordada del servicio (Análisis de variables, funcionamiento de la aplicación, mantenimiento y servicios personalizados).

Los preceptos se utilizarán para encaminar la elaboración del modelo de negocio Canvas, ya que es primordial para construir la propuesta de valor.

Es importante resaltar que la pretensión de este trabajo está orientada principalmente para que el servicio pueda rentarse, pero si por algún motivo o necesidad requiera venderse, la opción estará abierta. Para la alternativa de renta del servicio, se desglosan las ventajas del mismo:

1. Atención y asesoramiento técnico del servicio, lo que representa grado de especialización otorgada y por ende una buena compensación económica por el servicio
2. Se establece una responsabilidad compartida entre cliente y proveedor.
3. Implica un compromiso a corto, mediano o largo plazo, lo que puede resultar en una alianza estratégica, cliente - proveedor, que puede permitir crecimiento a ambas partes.
4. El cliente ofrecería información clave de su negocio al proveedor, para que se pueda proporcionar un servicio de calidad.
5. El proveedor aporta todos sus recursos técnicos, profesionales, tecnológicos y de infraestructura para integrarse al proceso del cliente.

Es importante destacar que si el agricultor quiere comprar el servicio en su totalidad, debe contar con el personal calificado para ello, además de un conocimiento operativo profundo, infraestructura y tecnología adecuadas para así poder garantizar la operación que estará bajo su responsabilidad.

Lo anterior permite que al elegir la opción de renta (por parte del cliente), se le garantizará la implementación, capacitación y asistencia técnica completa para que se cubran sus especificaciones y pueda mejorar su proceso con valor añadido.

3.1.2 Lienzo de negocio CANVAS

El Lienzo de Negocios Canvas o también conocido como Business Model Canvas es una herramienta ideal para la estrategia de negocio de cualquier empresa con servicios o productos. Es una metodología que facilita y clarifica los procesos de diseño, innovación y evaluación de enfoques de negocio. Se caracteriza por su enfoque holístico claro y la sencillez de su marco conceptual.

El modelo consta de 9 bloques que representan toda la actividad de una empresa. Abarca desde determinar la oferta de valor, y continua por clarificar los canales de distribución y

relaciones. Esto sirve para determinar los beneficios e ingresos. Continúa por detallar los recursos y las actividades esenciales, que establecen los costos más importantes. Finalmente se determinan las alianzas necesarias para operar (Megias, 2013).

El modelo CANVAS sintetiza en sus 9 bloques las 4 áreas que tomar en consideración para un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica (Osterwalder & Pigneur, 2010).

1. *Segmento de cliente* - Hay que conocer bien a tus clientes e identificar sus características y necesidades que deben tener los mismos, tanto actuales como potenciales. Los productos ofrecidos están dirigidos a los clientes y destinados a las ventas.
2. *Propuesta de valor* - Muestra los elementos diferenciadores de captación de clientes a los que apunta. En este punto, la innovación y la novedad son factores que ayudan a la empresa a perseguir su valor añadido.
3. *Canales* - Se refiere a la forma en que se distribuye el producto, la distribución efectiva del producto o servicio y su venta.
4. *Relaciones con los clientes* - Es importante el vínculo, ya que ayuda a identificar con qué tipos de actividades se comunica la empresa para mantener relaciones a largo plazo con los clientes
5. *Fuentes de ingresos* - Ayuda a determinar el crecimiento de la empresa, determina los flujos de ingresos de la empresa y permite que los precios se alineen con la propuesta de valor.
6. *Recurso clave* - Darse cuenta de la propuesta de valor requiere identificar los activos que permiten a la empresa operar de manera exitosa y sostenible; ya sea físico, financiero, intelectual o humano.
7. *Actividades clave* - Tiene que ver con todos los socios estratégicos que necesita la empresa, todas las actividades que deben ser más desarrolladas porque son esenciales para el éxito del modelo de negocio.
8. *Costos* - Conceptualiza el tema financiero, es decir, los costos más relevantes para la operación del negocio. Se debe tomar en cuenta cada costo en los bloques vistos anteriormente.
9. *Fuente de ingresos* - En este apartado se mencionan los elementos de los que se hace uso para obtener ganancias.

Diseñar un servicio para mejorar la experiencia al cliente, seguimos con la construcción del lienzo Canvas, estableceremos una propuesta de valor centrada en los clientes, así como, para reconocer las partes internas y externas del modelo de negocio del servicio.

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relación con el cliente	Clientes
Proveedores Bancos Clientes que habilitan Programas gubernamentales de apoyo empresarial Universidades	Proceso de instalación Marketing Seguimiento al contacto con los clientes Asesorías Control de inventarios Capacitación del personal Mantenimiento de la página Recursos claves Recurso financiero (credito) Físicos (instalaciones, equipo, etc.) Plataforma digital Humano (expertos)	Atención personalizada: Personal y a distancia Asistencia técnica: Consultoría Respuesta inmediata Personal capacitado Obtención de datos del cafetal (aplicación móvil) Otros servicios: Garantía Mantenimiento Instalación	Habilita: Contratos y convenios Mantenimiento Compra: Contacto personal, contacto telefónico, Redes sociales, Correo electrónico y tarjeta de fidelidad Usa: Contacto personal, contacto telefónico, Redes sociales, Correo electrónico y tarjeta de fidelidad Canales Medios digitales, medios tradicionales, TV, Radio, Instalaciones para recibir clientes	Habilita: Productoras agrícolas Protección medioambiental Empresas de fertilizantes Compra: Pequeños productores Empresas productoras de café Usa: Pequeños productores Empresas productoras de café Recolectores
Costos		Flujo de ingresos		
Gasto inicial: Marketing Renta Mobiliario Equipo Sitio web	Gastos de operación: Materia prima Mano de obra Gastos administrativos: Sueldos Servicios de oficina	Publicidad en plataforma Propuesta de valor Venta directa Asesoramiento especializado Mantenimiento de equipos vendidos		

Figura 3. 1 Lienzo Canvas. Elaboración propia.

Se llevaron a cabo varios bosquejos para obtener la opción de modelo que cumpliera con los aspectos para ofrecer el mejor servicio de soporte al cliente.

A continuación, se describe la estructura de cada bloque:

1. Clientes: en la sección de clientes la segmentación se realiza en 3, los clientes que habilitan, el que compra y el que usa.
 - Clientes que habilitan: Los que habilitan son los que no utilizan el servicio, en cualquier caso, se consideran clientes, ya que, intervienen en la actividad del soporte al cliente, estos clientes ayudarán dando a conocer el servicio de atención al cliente como una característica de un servicio ofrecido por los productores de café.

- Clientes que compran: son aquellos que obtiene el servicio de soporte a cliente. En el segmento de clientes que compra se encuentran los encargados de pequeños productores. En este segmento también se encuentran las grandes empresas productoras de café ubicadas en el sector de Veracruz.
 - Clientes que usan: a veces los clientes que usan poder ser los mismos que compran, ya que los pequeños productores y empresas productoras de café serán los clientes que reciban el servicio de soporte a cliente.
2. Relación con los clientes: con la finalidad de lograr mantener la fidelidad del cliente, así como, hay que asegurar que exista un vínculo en este bloque se describe la relación que establece la empresa con los clientes,
- Relación de los clientes que habilitan: la conexión que permite a las organizaciones productoras mantenerse fieles, es a través de acuerdos de participación. Los convenios, en su mayor parte, tienen un plazo prolongado, lo que crea una ventaja financiera tanto para la aplicación como para los productores de café. Al tiempo que establecen un acuerdo de colaboración, las dos organizaciones admiten que existen requisitos previos explícitos para crear un beneficio, por ejemplo, los fabricantes pueden establecer como necesidad que la aplicación promueva certificaciones ofrecidas solamente por las organizaciones productoras de café, y el servicio puede establecer como necesidad que los productores tengan certificaciones y experiencia internacional que ayuden a su profesionalismo.
 - Relación de los clientes que compran: para mantener a los pequeños fabricantes y empresas productoras fieles al servicio, hemos decidido mantener las conexiones de acompañamiento, comenzando con una relación personal, y se da en dos opciones: cara a cara o por teléfono. En el caso de que la relación sea cara a cara, la elección es planificar una cita con el cliente donde se podrá acceder a personal capacitado y equipado para ofrecer apoyo en las áreas de la innovación, temas especializados y servicios adicionales. En el caso de que sea por teléfono, se le da el número de

teléfono al cliente para que pueda comunicarse en los horarios establecidos; asimismo, hay personal capacitado para tratar con el cliente (por ejemplo, asesores, especialistas, consultores). Por último, está la relación a distancia, que se establece con la ayuda de redes sociales, en la que se llega a los clientes para ofrecerles ayuda con respecto al funcionamiento de la tecnología y cuestiones especializadas, así como para darles una atención personalizada. Igualmente se mantiene una relación con los clientes a través de correo electrónico, donde el cliente puede ver las ofertas y promociones, igualmente puede elegir diferentes servicios ofrecidos por la organización, finalmente se tiene el segmento de atención al cliente que se ocupa de cuestiones especializadas o del funcionamiento de la tecnología, además tiene una relación con el cliente por medio del correo electrónico, donde el cliente obtiene ayuda al problema.

- Relación con clientes que usa: como se vio anteriormente, los clientes que compran son los mismos que usan, es decir, los pequeños y grandes empresas serán los clientes que reciban el servicio de soporte técnico.

3. Propuesta de valor: se detalla que se le ofrecerá al cliente

- Atención personalizada: contara con la atención de un asesor que estará disponible ya sea por llamada o personalmente si requiere soporte
- Asistencia técnica: el cliente obtendrá intervención de un especialista que podrá resolver cualquier problema técnico que se pueda presentar el sensor.
- Otros servicios: el mantenimiento es otro de los servicios el sensor o cualquier resolución técnica tendrá un costo extra los cuales se requieren para tener el sensor en condiciones óptimas.

4. Canales de distribución: los medios que se ocuparan para que el cliente reciba el servicio se describen a continuación.

- Medios digitales:
 - Aplicación móvil: el cliente puede recibir el servicio de soporte a través de este medio. La aplicación móvil contará con un diseño visual claro y de fácil acceso y navegación para los clientes donde puede conocer cómo se utiliza la tecnología, los beneficios, características, etc. Cuenta con la sección de Soporte técnico en donde personal capacitado puede resolver los problemas técnicos que presente la tecnología.
 - Vía telefónica: los usuarios pueden recibir atención personalizada ya que tendrá el contacto en el cual podrá hablar con el asesor si lo requiere o tenga alguna duda acerca del servicio o algún funcionamiento.
 - Redes sociales: por este medio de igual forma se puede tener contacto con el cliente y de igual brindar mediante diversas redes brindar información importante acerca del servicio también datos importante acerca del cafetal.

5. Actividades claves: las actividades que se requieren para generar la propuesta de valor.

- Proceso de instalación: este proceso es uno de los más importantes ya que se requiere realizar de manera correcta la instalación de los sensores para que el dispositivo funcione y brinde la información correcta.
- Marketing: ya que, a través de las ofertas y promociones nuevos clientes tienen la oportunidad de adquirir el producto y servicio que ofrece. Además, los clientes frecuentes también pueden disfrutar de las promociones.
- Seguimiento al contacto con los clientes: es necesario que la empresa mantenga contacto con los clientes a través de los medios que se han visto para que puedan recibir el soporte a cliente.

- Asesorías: actividad para que el cliente reciba la propuesta de valor es a través de las citas personales donde el cliente puede conocer todos los beneficios que influyen en el servicio. Las asesorías son clave para este servicio ya que está enfocado en la resolución de problemas que tengan que ver con el producto.
- Control de inventarios: es indispensable esta actividad, ya que, se necesita tener un control de la materia prima, así como el producto terminado y todo lo que se necesita para poder llevar a cabo el mantenimiento.
- Capacitación del personal: es necesario contar con personal altamente capacitado para poder brindar el soporte técnico y llevar a cabo las instalaciones del dispositivo.
- Mantenimiento de la página: es una de las principales actividades, ya que, a través de la página web, redes sociales y vía telefónica el cliente puede recibir el servicio de soporte. Es necesario que exista personal capacitado para que supervise esta actividad.

Estas actividades en conjunto logran que el servicio de soporte al cliente sea el más competitivo.

6. Recursos claves: a continuación, se describe los recursos indispensables para el modelo de negocio de servicio.

- Recurso financiero: es necesario contar con este recurso ya que se utiliza para la inversión del negocio de servicio al cliente, tomando en cuenta la renta de las instalaciones y sueldos del personal.
- Recurso físico: se ha optado tener un establecimiento en donde se puede ofrecer la atención al cliente, o conferencias con fin que informar a los productores tener contacto con el cliente. Para esto es necesario contar con inmobiliario, telefonía, internet, equipo de cómputo todas las herramientas necesarias para la creación y mantenimiento del sensor.

- **Plataforma digital:** En esta clasificación se consideran los medios digitales, ya que es fundamental que el cliente reciba el servicio a distancia a través de la aplicación móvil y por medio del teléfono. El objetivo posterior es que la organización se mantenga en contacto con los clientes, que de este modo recibirán información actualizada sobre las ofertas que ofrece la empresa. Adicionalmente el marketing, ya que, a través de este se populariza tanto el producto como el servicio, logrando que tanto pequeños agricultores como grandes empresas de café conozcan esta nueva tecnología. Además, los clientes nuevos y habituales reciben avisos de avances y ofertas para este servicio.
 - **Recurso humano:** los recursos importantes para que el cliente reciba el servicio, es que la empresa cuenta con personal especializado. Cuando se menciona la palabra especializado se refiere a técnicos, asesores especialistas capaces de cumplir con las necesidades que el cliente requiera. De igual forma se toma en cuenta el personal administrativo quienes se encargan de administrar los recursos económicos, personal de ventas y por último el gerente encargado de supervisar cada departamento de la empresa.
7. **Socios clave:** Los socios clave de este modelo de negocios de servicios son, en primer lugar, los clientes que habilitan, es decir, los horticultores, ya que, de antemano, se hizo referencia a que las dos organizaciones se benefician al consentir un acuerdo con el servicio. Las empresas productoras establecen los requisitos previos para que obtengan un beneficio. Simultáneamente, adquieren beneficios para el cliente, por ejemplo, recibiendo consultas sobre el producto, atención con expertos, respuesta rápida, etc. El siguiente socio clave son los bancos, o más bien, el banco que se elige para ayudar a la financiación de la inversión inicial, sobre todo para cubrir los recursos fijos, los proveedores asumen adicionalmente un trabajo importante para este modelo. Se piensa en los proveedores que suministran los componentes importantes para obtener el producto, al igual que en los proveedores que suministran los instrumentos para la oficina o de mantenimiento del artículo.

8. Costos: los costos necesarios para que se ponga en marcha el modelo de negocio de servicio se describen a continuación:

- Gasto inicial: Renta del edificio, mobiliario, campaña de publicidad.
- Gastos de operación: Materia prima (refacciones y herramientas para reparación y mantenimiento de equipo), mano de obra (asesores, consultores y técnicos especialistas).
- Gastos administrativos: servicios de oficina (agua, luz, internet), sueldos, sueldos del administrador, gerente, etc.

9. Ingresos: además de obtener los ingresos de la adquisición del servicio, existen otras opciones en donde de igual manera el negocio puede obtener más ingresos, los cuales se describen a continuación:

- Publicidad en aplicación móvil: si se encuentra promotores que busquen donde publicitarse la aplicación contará con pequeña publicidad en ella que con el tráfico que se tendrá brindará un ingreso extra.
- Propuesta de valor: son los ingresos que se obtienen de todas las actividades generadas por la venta o renta del sensor.
- Asesoramiento especializado: cuando el cliente requiera una asesoría personalizada que no entre en los términos del servicio.
- Mantenimiento de equipos: será el mantenimiento periódico que le dará a los dispositivos y los tendrá en óptimas condiciones para un correcto funcionamiento.

Habiendo obtenido el desarrollo del Lienzo, actualmente conocemos los aspectos internos y externos, que deben ser considerados para el diseño de servicio de soporte al cliente. Además, está claro quiénes son los clientes fundamentales, qué relación existe con cada uno para poder mantener la fidelidad de la empresa con los clientes, la propuesta de valor que tendrá efecto sobre la competencia, qué canales utilizar para transmitirla, qué recursos, actividades y socios son vitales para satisfacer lo garantizado, los costos que son insustituibles para mantener el negocio en última instancia, las ventajas monetarias que tendrá la organización.

3.1.3 Validación del modelo Canvas

Es fundamental asegurar que todos los preceptos del diseño de servicios estén en el bloque de propuestas de valor, de manera que el modelo cumpla con los objetivos y de esta manera ofrezca una asistencia de calidad. En breve se muestra cómo los preceptos están asociados a la propuesta de valor:

Preceptos	Segmentos de clientes	Propuesta de valor	Canales	Relaciones con los clientes	Flujos de ingresos	Recursos clave	Actividades clave	Socios clave	Estructura de costes
Seguridad		X		X					
Profesionalismo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Accesibilidad		X	X	X			X		
Confiabilidad		X					X		

Figura 3. 2 Validación del modelo Canvas

- Confiabilidad: indicó la necesidad de planificar una administración que se ocupe de los problemas de los clientes, el precepto se cumple construyendo una propuesta de valor que considera cada punto de vista para superar las expectativas de los clientes. Por otra parte, las actividades clave de Canvas, se representa como una actividad significativa para ponerse al día con los clientes, es decir, supervisar que los clientes obtienen lo que se describe en la propuesta de valor.
- Profesionalismo: Este estatuto se satisface en la propuesta de valor ya que hay una parte en particular para que el cliente obtenga una atención personalizada,

dependiendo del caso, se tomarán estimaciones excepcionales para dar servicio al cliente y en consecuencia abordar la dificultad que surja. Asimismo, el cliente recibirá atención y comunicación con expertos, ya sea cara a cara o a distancia, todo ello para que el servicio sea accesible de la manera en que el cliente lo requiera.

- Seguridad: medios digitales, permitirán al cliente obtener una respuesta rápida, a pesar de que el cliente también puede agendar una cita, en la remota posibilidad de que necesite una solución urgente, la alternativa más ideal es a distancia, y qué mejor que utilizando las redes sociales y la línea telefónica. Además, el personal preparado contribuirá a la pronta reacción, ya que, al ser expertos, estarán preparados para los diversos casos que puedan surgir.
- Accesibilidad: nuevamente la atención personalizada, el canal de difusión y las actividades clave permitirán al cliente mantener la comunicación con la empresa cada vez que la necesite.

3.2 Front y Back office

Back Office

El back office se determina en este trabajo de tesis como responsable desde el tema gerencial hasta el tema de producción. Se pretende que las funciones adicionales evalúen riesgos y otorguen la garantía de que la empresa cumpla con todas las normas que rigen sus procesos. Otros ejemplos de operaciones administrativas incluyen nómina, cumplimiento y liquidación de transacciones. Dentro de los procesos que se encuentran en el back office se incluyen tecnología, información, recursos humanos, contabilidad, gestión de operaciones y cadena de suministro, y por supuesto también la administración. A continuación se desglosan los procesos del back office dentro de este trabajo:

Gerencia: estar a cargo es un lugar que posee la cabeza de la organización que tiene dentro de sus numerosas funciones hablar con socios en general y arreglar todos los bienes a través

de la vía de la organización, la asociación, el curso y el control para lograr los objetivos establecidos.

Marketing: dicho departamento es el encargado del análisis y segmentación de los clientes para garantizar que la información sea recibida a clientes potenciales y facilitar los procedimientos de contacto y acuerdos el objetivo de la división de Marketing es encontrar y lograr el posicionamiento del servicio.

Administración: la oficina de la organización incluye capacidades de gestión dentro de la organización. De esta manera, es la división responsable de aceptar las solicitudes de los proveedores. Por lo tanto, es responsable de aceptar facturas de los proveedores y emitirlas, así como cuando se solicita materiales, tecnología o incluso los recursos humanos, es responsable de aceptar el recibo y pagarlo. Al igual de cuando se cierra un trato.

Compras: la oficina de compras garantiza que todos los productos, servicios y existencias fundamentales para generar el servicio sean solicitados y a tiempo en los centros de distribución para tener lo necesario para brindar el servicio, es igualmente responsable de controlar el gasto de la mercancía comprada, los niveles de existencias.

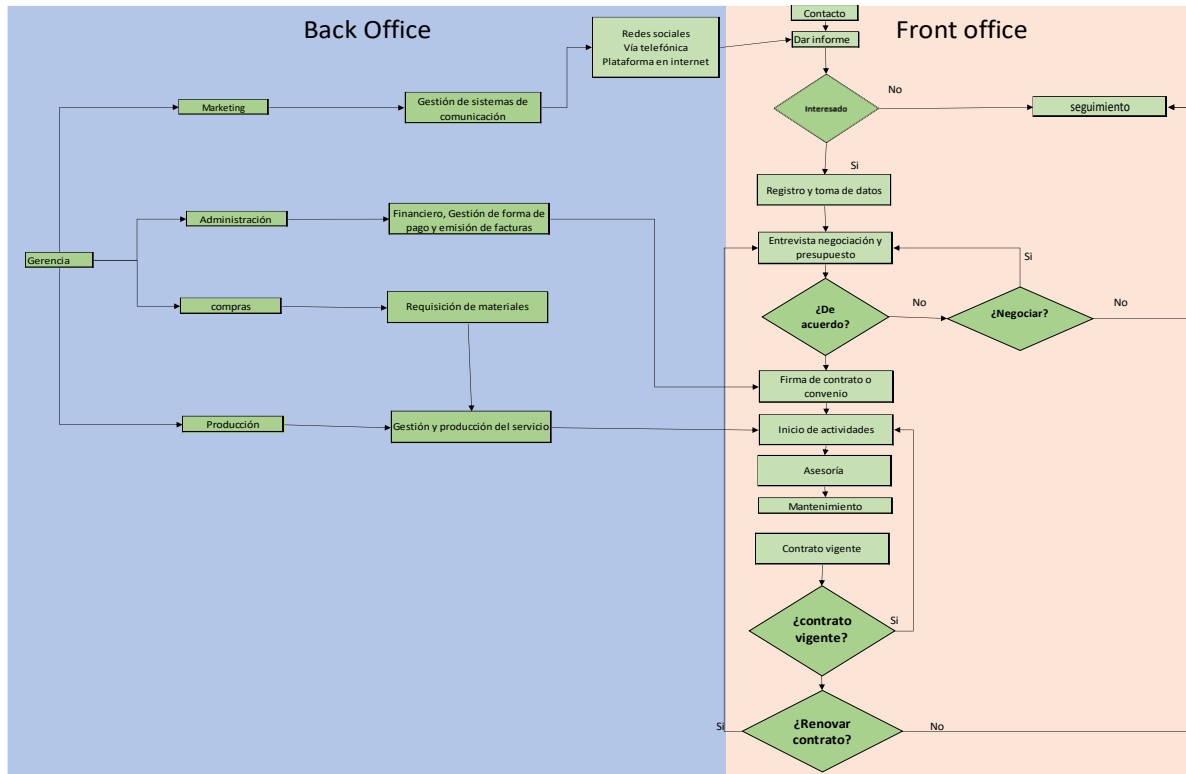
Producción: es responsable de cambiar las materias primas en el resultado final que se presentará al cliente para la adquisición del servicio.

Front Office

Después de mostrar el desglose del back office, se presenta el front office, que es responsable de la generación de ingresos, el mercado, asesoramiento, expansión y el crecimiento del negocio. Este concepto se enfoca en la reducción de costos en todas las áreas de la empresa para mantener altos márgenes de ganancias. Debido a su participación en el ahorro de costos en lugar de los ingresos, la generación y las ganancias, generalmente sucede que el personal de back office tiene menos percepciones que los colaboradores directos de front office. A continuación se muestran los procesos de este rubro:

Contacto: Distintas plataformas en las cuales los nuevos clientes se pueden contactar con el servicio.

Registro y toma de datos: Un conjunto de datos de clientes debe incorporar (correo electrónico, teléfono, etc.) El tipo de datos que exigirá a sus clientes depende constantemente del hecho de que son muy valiosos para su negocio y sus sistemas de promoción.



Negociación: a los clientes interesados se les brinda la información acerca del cliente y se hace una cotización de acuerdo con sus necesidades de acuerdo al tamaño o requerimientos de su cafetal.

Contrato: Representa un arreglo legal-legítimo, ya sea oral o compuesto. Este es comunicado entre dos personas (al menos) con límite legal (reuniones al acuerdo), que están limitadas por el equivalente, controlando sus relaciones a una razón específica, y solo cuya consistencia puede ser restringida de manera complementaria.

Asesoramiento: Brindarle al cliente capacitación de cómo utilizar o adquirir la información

Mantenimiento: Encargados de que los equipo se encuentren en condiciones óptimas y brindar atención al cliente en cualquier caso de intervención.

Contratos vigentes: Revisar los contratos es fundamental, para tener un control y ofrecer una oferta al cliente para la renovación de este.

Figura 3. 3 Front y back office

Capítulo 4. Modelo de agricultura inteligente

4.1 Introducción

Hoy en día, la innovación utilizada en los campos de cultivo está más presente que en cualquier otro momento. Reconocer, monitorizar y registrar esa información y eventos que nos rodean permite examinar, prever y conocer los patrones de estos más adelante.

Se desarrollo un modelo de agricultura el cual integra la minería de datos con un prototipo que facilita la obtención de las variables. Además, la monitorización de los datos obtenidos a través de sensores situados deliberadamente en los campos permite ayudar a los agricultores a adquirir mejores resultados y beneficios.

Generalmente, los agricultores han dependido de su experiencia e instinto para completar las diferentes diligencias en el campo, siguiendo un calendario fijo año con año. Sea como fuere, gracias a la utilización de las nuevas tecnologías en materia de macrodatos, se pueden tomar decisiones de inmediato mediante la detección, el almacenamiento y el análisis de enormes cantidades de datos en tiempo real procedentes de los sensores que se distribuyeron por todo el terreno.

Las ventajas que se obtienen de la agricultura inteligente se pueden resumir en la mejora u optimización de recursos, aumento de la producción, disminución de los costos relacionados con ésta, y que el producto final, refleje la calidad planeada.

4.2 Modelo

En la siguiente figura se puede observar el modelo de agricultura inteligente que, en conjunto con el prototipo, facilitará la obtención de las variables, lo que nos permitirá analizarlas y por consiguiente detectar si es necesario intervenir en la producción del café.

4.3 Partes del modelo

4.3.1 Prototipo

Se cuenta con un prototipo que reúne las características necesarias para alcanzar el objetivo.

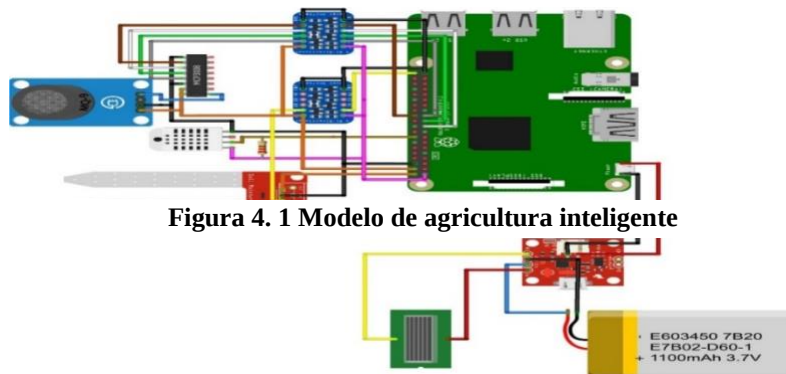
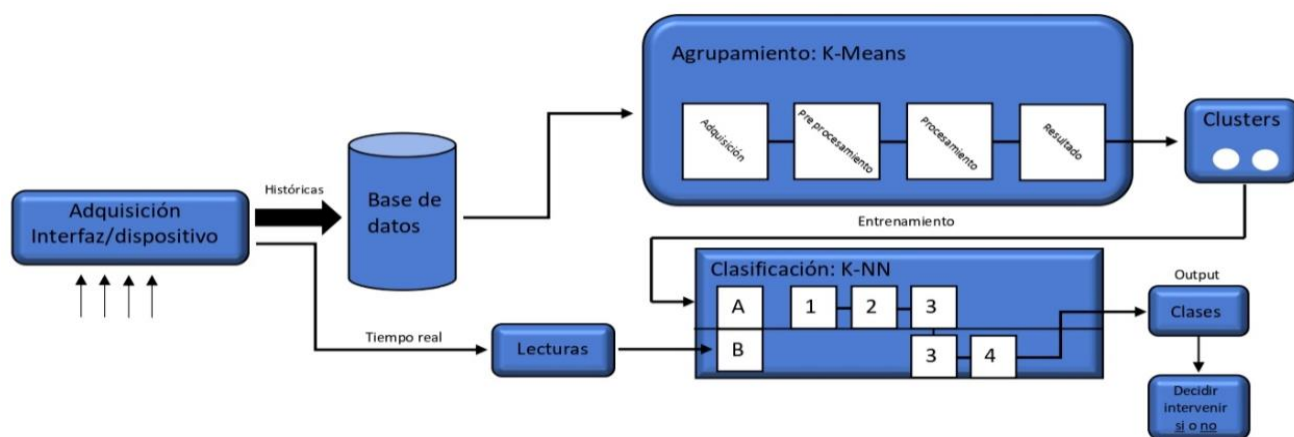


Figura 4. 1 Modelo de agricultura inteligente

Es por ello por lo que como primera instancia se montó sobre un Raspberry Pi una serie de



sensores que son los que nos ayudan con la medición de las condiciones en el medio ambiente.

Figura 4. 2 Componentes prototipo

4.3.2 Distribución triangular

Para el desarrollo del modelo se utilizó la distribución triangular en una base de datos anterior, esto debido a que por la situación actual no se permitió el acceso a los cafetales para poder tomar datos recientes. A continuación, se muestra la distribución triangular para la temperatura, se llevó a cabo con todas las variables y con esto se obtuvieron 150 datos nuevos para el modelo de minería de datos que se realizó en RapidMiner.

Distribucion triangular temperatura					
a	b	c			
18	21	27			
			proporcion segmentos	A1<Prop. Segmentos	A1> o = Prop. Segmentos
Aleatorio 1 0.39	Aleatorio 2 0.46		0.333	X = variable aleatoria 23	
1	22	21	20	19	22
2	20	24	25	25	19
3	24	24	22	23	21
4	22	24	21	22	21
5	22	22	21	22	19
6	21	21	23	21	23
7	19	22	24	23	24
8	18	23	25	23	20
9	19	21	22	19	23
10	23	23	21	20	20
11	21	20	27	22	21
12	22	24	21	20	23
13	23	26	26	20	20
14	23	22	22	21	23
15	21	21	21	21	21
16	24	21	20	25	21
17	19	23	23	20	23
18	23	25	22	25	23
19	22	25	18	22	26

Tabla 4. 1 Distribución triangular temperatura

4.3.3 Agrupamiento

Es una técnica de minería de datos que consiste en el proceso de dividir los datos en grupos de similitud de objetos. Al presentar la información proporcionada por los clústers, se pierde parte del detalle en los datos, pero al mismo tiempo se simplifica y disminuye con sentido esta información.

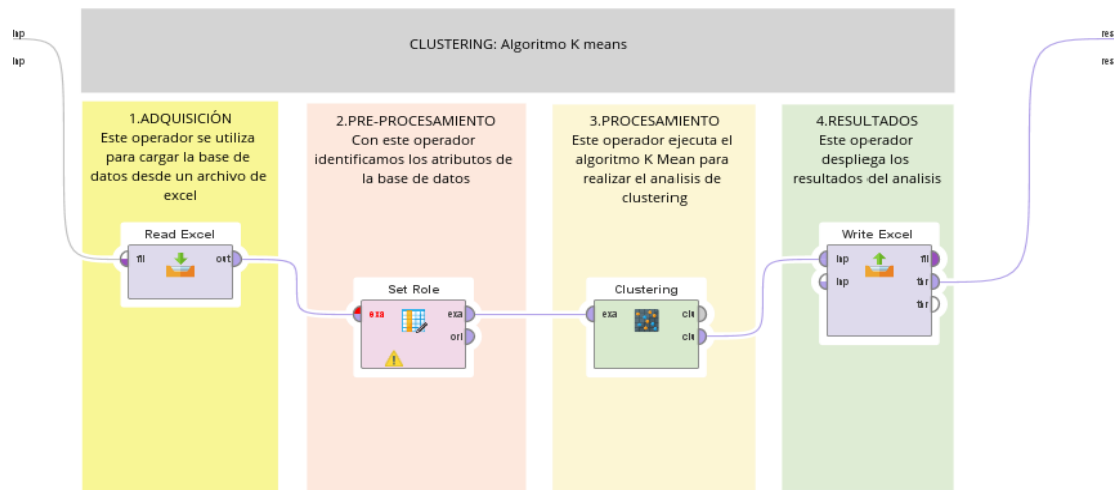


Figura 4. 3 Modelo de entrenamiento

4.3.4 Clasificación

Este tema es trillado pero se tiene un conjunto de datos llamado datos de entrenamiento y cada valor de datos está asociado con una etiqueta. Se construye el modelo en la fase de entrenamiento con etiquetas que indican si el modelo clasifica el modelo correctamente o no. Una vez construido el modelo, se puede utilizar para clasificar nuevos datos. En esta etapa, no se necesitan etiquetas para la clasificación, pero se requieren para evaluar la proporción de objetos bien clasificados.

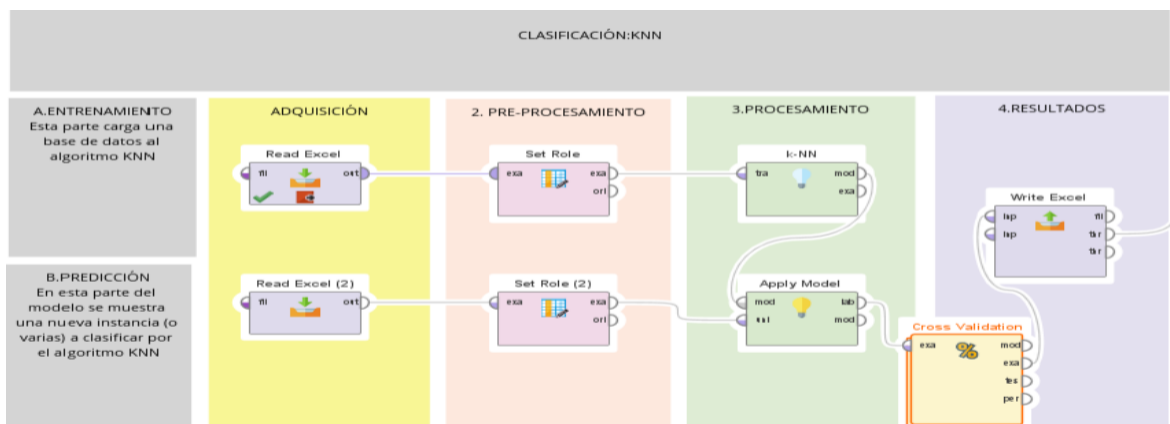
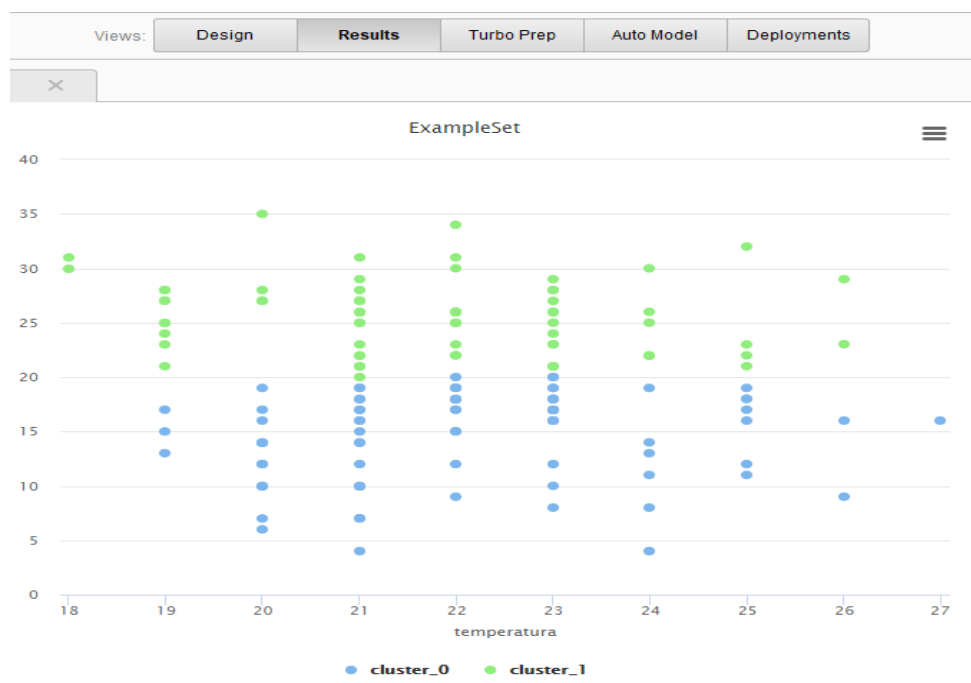


Figura 4. 4 modelo de clasificación

4.3.5 Resultados del modelo

El resultado del modelo nos arroja dos clases, las clases con cluster 0 y clusters 1, que significan en el caso del cluster 0 que no requiere intervención, por otra parte, el cluster 1 nos dice que se requiere intervención del usuario



En la tabla 4.2 se presenta un extracto del agrupamiento de las observaciones en campo.

Temperatura	Humedad	Suelo	Precipitación	Instancias	label
24	82	4	0.37	3	vigilar ph
22	86	18	0.66	4	verificar humedad
22	83	12	0.89	5	vigilar ph
21	81	14	1.05	6	Verificar humedad
19	75	13	0.81	7	vigilar temperatura
18	79	31	1.02	8	vigilar temperatura
19	73	28	0.4	9	vigilar temperatura

Tabla 4. 2 extracto del agrupamiento de las observaciones en campo

Posteriormente, las clasificaciones realizadas a las instancias del clúster_1 se despliegan en la tabla 4.3.

Temperatura	Humedad	Suelo	Precipitación	label
22.0	68.0	15.0	.5	cluster_0
20.0	72.0	14.0	.3	cluster_0
24.0	82.0	4.0	.4	cluster_0
22.0	86.0	18.0	.7	cluster_0
22.0	83.0	12.0	.9	cluster_0
21.0	81.0	14.0	1.1	cluster_0
20.0	75.0	13.0	.8	cluster_0
18.0	79.0	31.0	1.0	cluster_1
19.0	73.0	28.0	.4	cluster_1
23.0	81.0	26.0	.3	cluster_0

Tabla 4. 3 clasificaciones realizadas a las instancias del clúster_1

4.4 Aplicación móvil

La agricultura inteligente es un enfoque reciente que busca incorporar tecnologías de información para hacer más eficientes las actividades en el contexto de la agricultura.

En el caso del desarrollo y arquitectura de la aplicación móvil “Coffee keeper” mediante el software Android studio.

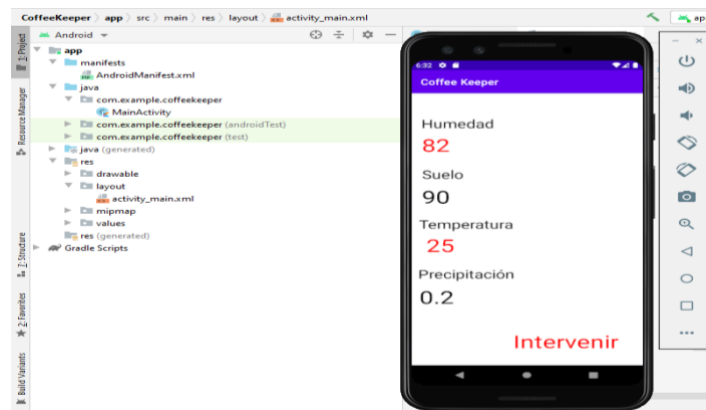


Figura 4. 6 Desarrollo de la aplicación

4.4.1 Diseño de la aplicación

En este paso el diseño debe ser concebido y desarrollado, para ello, es de relevante importancia estructurar un código ordenado, sistemático y perfectamente agrupado de acuerdo con cada una de sus características.

4.4.2 Diseño de la interfaz

Durante el desarrollo de la interfaz se tuvieron en consideración tanto la experiencia, como las habilidades y expectativas del usuario. Se concientizo de esta forma debido a que muchas veces el usuario juzga al sistema más por su interfaz que por su correcta funcionalidad. Es por lo anterior que se tuvieron presentes los siguientes principios para la interfaz:

- Familiaridad. Se plasmaron y utilizaron términos o lenguaje común, para que los usuarios sintieran el conocimiento natural y tradicional.
- Consistencia. Los menús y submenús cuentan con el mismo formato y significado en toda la aplicación; homogeneidad.
- Recuperabilidad: Permitir la recuperación de información.

4.4.3 Gestión de usuarios

4.4.3.1 Identificación

- La aplicación está concebida de modo que permita al usuario introducir sus datos de reconocimiento en el formulario.
- El modelo validará los datos sin inconveniente y de manera fluida.
- Si alguno de los datos es incorrecto o no cumple las reglas especificadas dentro del formulario, el sistema mandará un mensaje de error.
- La aplicación dirigirá un mensaje de bienvenida en la pantalla principal.

4.4.4 Aplicación

4.4.4.1 Pantalla principal

Dos botones principales tendrá la pantalla principal, los cuales son:

En el primero, se identifica de inicio la validación del usuario, que después de validar los datos, lo redireccionará a su sensor. En cuanto el segundo botón, es cuando necesiten contactarnos para asistencia técnica.

4.4.4.2 Mantenibilidad y portabilidad

1. Se programa disponibilidad total para todo tipo de dispositivo Android con el sistema operativo propuesto.
2. La app de Android estará soportada y validada para versiones 4.0.3 y superiores. Lo que permite tener una amplia cobertura de dispositivos móviles habituales.
3. Es necesario disponer de una conexión estable a la Internet mediante Wifi o datos.

4.4.4.3 Interfaz y usabilidad

1. La interfaz de la aplicación debe ser atractiva en diseño, lo que la convertirá en intuitiva y sencilla de manejar. Su manejo y uso. no debe suponer un impedimento o esfuerzo al usuario a la hora hacer uso de la misma.

4.4.4.4 Rendimiento

1. Para los usuarios y clientes, la espera no debe de estar presente, ya que es molesta. Por lo que los tiempos de respuesta no serán superiores a un segundo en las peticiones y conexión con servidor. Por otro lado, los tiempos serán menores en la consulta a la base de datos principal.
2. El rendimiento será óptimo de acuerdo a las estimaciones, debido a que los accesos a bases de datos para realizar algún cálculo en la aplicación no serán pesados para el dispositivo.

4.4.5 Metodología de desarrollo

Se refiere a la arquitectura de trabajo para planificar, estructurar y controlar a detalle el desarrollo de software. Hay amplia variedad de métodos y enfoques propuestos, pero todos con debilidades y fortalezas de acuerdo a la aplicación. Como suele suceder en estos casos, cada metodología goza de si enfoque y la elección de la misma, debe tornarse en términos de practicidad.

Para este trabajo que se presenta en esta tesis, se considera que el enfoque de prototipado es el más apropiado. Lo anterior debido a que se concentra en la experiencia de los usuarios y

que el tiempo para su construcción es relativamente menor respecto a los otros enfoques. El modelo de prototipos forma parte de la familia de las metodologías con desarrollo evolutivo, por lo que el prototipo construido debe utilizar el mínimo de recursos, principalmente en tiempo. El rápido y ágil diseño contribuye a la representación de aspectos visibles de software para el usuario promedio.

El versátil y ligero diseño permitirá sentar las bases del desarrollo del primer prototipo, mismo que será evaluado, analizado y retroalimentado por el cliente. El anterior proceso permitirá entender mejor el proyecto desarrollado, con perspectiva del cliente evolutiva, permitiéndole ver resultados progresivos a corto y mediano plazo.

4.4.5.1 Contenido del prototipo

En el modelo propuesto (prototipo) se solicitan las bases de datos del servidor y la interfaz de usuario, esto en todas las pantallas principales de la App. Posteriormente, se procede a un proceso de refinamiento entre interfaces para asegurar la suficiente intuición.

4.4.5.2 Base de datos

Es recomendable que las bases de datos no se localicen dentro del propio dispositivo, por lo que se instala una base de datos en un sitio externo del servidor y a la que se puede acceder a través de VISUAL STUDIO. Esta partición contendrá toda la información de usuarios.

4.4.5.3 Arquitectura de la aplicación

Como anteriormente se menciona, la arquitectura de la aplicación está basada en el modelo cliente-servidor. Para este trabajo, la aplicación móvil y desde un dispositivo electrónico (Móvil, Tablet, Smart Watch, etc.) cualquiera, pertenecerá a la parte cliente, y el servidor alojará a la base de datos.

Quien realiza las solicitudes es el usuario o cliente, por lo que juega un papel directo y activo en la comunicación directa y espera la respuesta del servidor. Para este desarrollo, el usuario interactúa con el cliente a través de una interfaz gráfica (algo común en modelos similares).

Por otro lado, quien recibe la solicitud (servidor), espera a que ingresen las solicitudes de los clientes, jugando un papel pasivo dentro de la comunicación. Una vez realizada la recepción, realiza todo el proceso de la información y envía los datos al cliente.

4.4.6 Diseño de pantalla

4.4.6.1 Registro de Usuarios

- La App debe permitir al usuario introducir sus datos en el formulario de registro sin ningún contratiempo o problema.
- Respecto a la validación de los datos, se encarga el sistema.
- El sistema mandará un mensaje de error si algún dato es introducido de forma incorrecta o no cumple las especificaciones del formulario, por lo que el cliente debe corregir para seguir avanzando de manera adecuada.
- Si los datos son correctos, se validan y el sistema se encarga de guardar los datos del usuario en la base de datos.
- La App debe mostrar un breve mensaje de bienvenida al usuario, una vez realizado esto, le redireccionará a la pantalla principal con el inicio de su sesión realizada.

4.4.7 Diseño de base de datos

La creación de la base de datos ya estaba realizada, por lo que en este trabajo se adaptó la información a la aplicación.

4.4.8 Contáctanos

El sistema automático de la App funciona de la siguiente manera; en caso de requerir asistencia técnica, se puede seleccionar la opción de contacto y automáticamente saldrán opciones de cómo hacerlo, ya sea por correo, teléfono o aplicación de mensajería como WhatsApp.

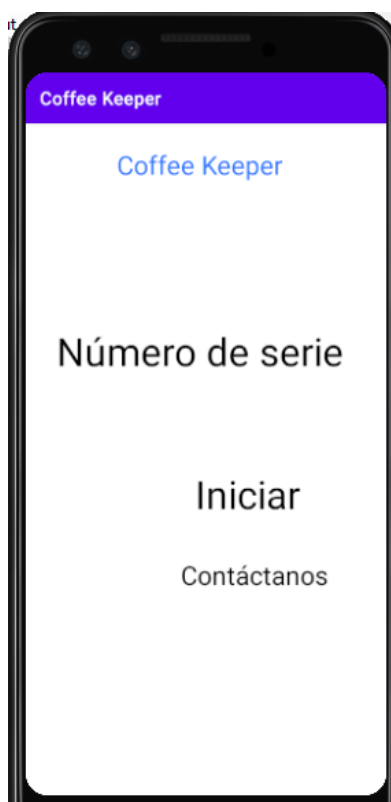


Figura 4. 7 Aplicación

4.5 Construcción del modelo en Promodel®

Después de tener acceso al software de Promodel®, se comenzó a modelar el sistema, una vez abierto el panel principal se entró al menú file en la opción new, apareciendo una ventana con la información del modelo, titulada general information. En el recuadro de title, se escribió el título del modelo: Coffee Keeper, como se ilustra en la siguiente imagen.

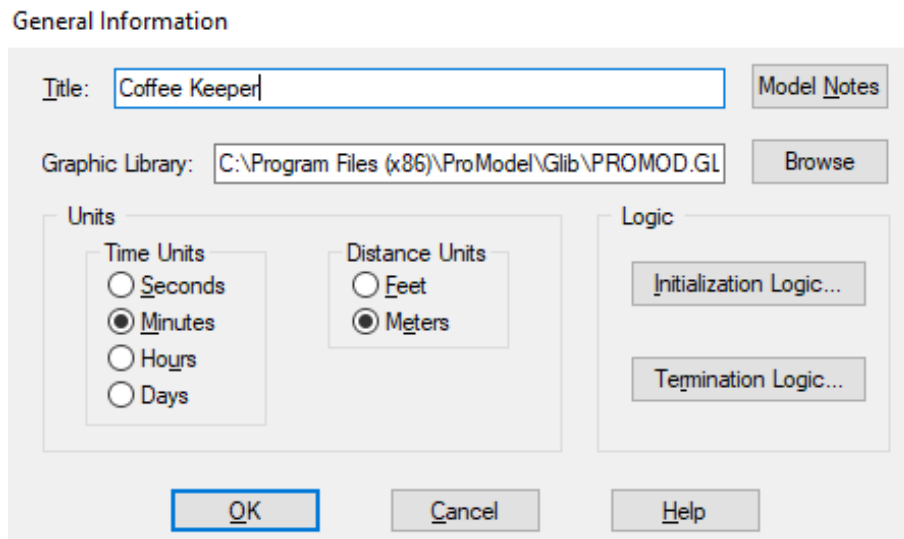


Figura 4. 8 Ventana de información general del modelo

Como puede observarse, en esta ventana se determinan las unidades con las que trabajará el modelo siendo los minutos la unidad de tiempo y metros como unidad de distancia, la librería gráfica que se maneja es PROMOD.GLB que es donde se tienen almacenados los gráficos para la construcción de este modelo; asimismo, en initialization se ejecutarán al inicio de la animación y termination logic que son las instrucciones para ejecutarse al final de la animación.

Una vez introducida la información anterior, fue posible incorporar los módulos básicos para la modelación como lo son: locations, entities, processing, arrivals, variables (global), arrays, subrutines y background graphics, todas estas opciones alojadas dentro del menú Build.

4.5.1 Locaciones

En el registro de la tabla de edición de locaciones, se definieron sus características: trayecto de entrada, trayecto de salida, inicio, etc., tal como se ilustra en la siguiente figura.

Locations						
Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Status	Rules...
	Primer_Cuadrante	1	1	None	Time Series	Oldest
	trayecto_entrada	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_salida	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	inicio	1	1	None	Time Series	Oldest
	Segundo_Cuadrante	1	1	None	Time Series	Oldest
	Tercer_Cuadrante	1	1	None	Time Series	Oldest
	Cuarto_Cuadrante	1	1	None	Time Series	Oldest
	trayecto_entrada2	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_salida2	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_entrada3	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_salida3	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_entrada4	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	trayecto_salida4	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO

Figura 4. 9 Editor de locaciones

4.5.2 Entidades

Las entidades (entities) son cualquier cosa procesada en el modelo, las entidades viajan de locación a locación realizando actividades.

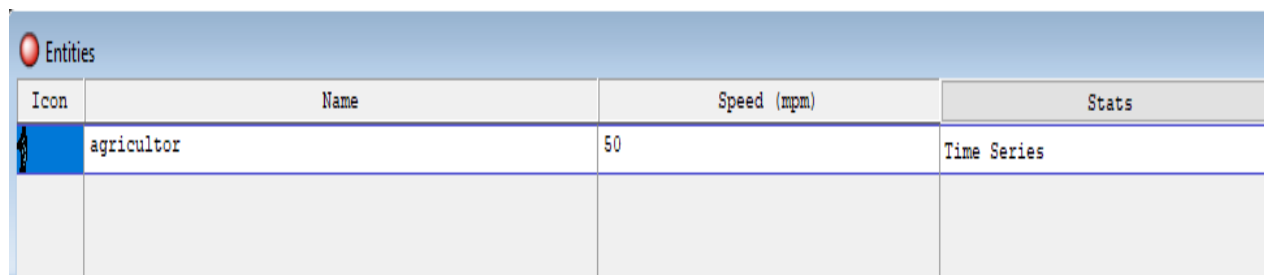
En la siguiente tabla se muestra una breve descripción de las entidades utilizadas.

Entidades	Característica	Total
<i>Agricultor</i>	Representa a las personas que van a interactuar directamente en los cultivos	1

Tabla 4. 4 Entidades

Para crear la entidad agricultor, se ingresó al menú build en la opción entities del editor de entidades. Posteriormente, se seleccionó en la ventana entity graphics el gráfico que representa a esta entidad en el modelo.

Después ProModel generó automáticamente su registro en la tabla de edición de entidades, donde además fue introducido el nombre, velocidad de desplazamiento en el modelo y tipo de estadísticos, tal como se ilustra en la siguiente figura.

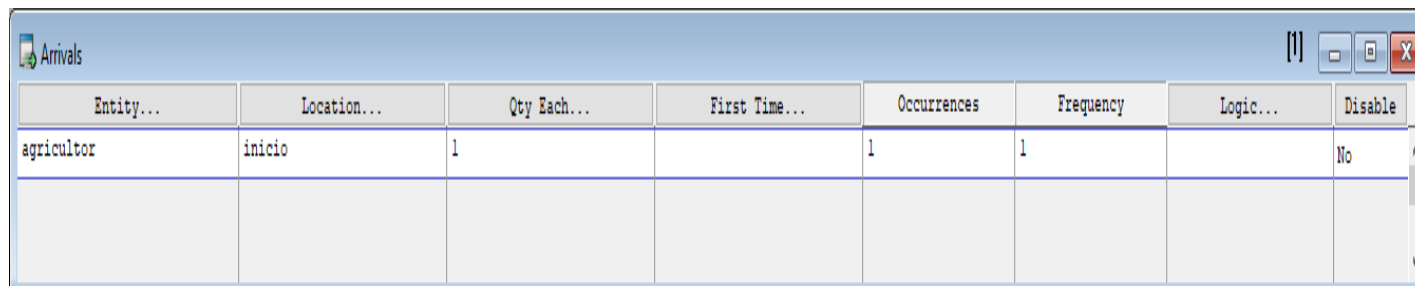


Icon	Name	Speed (mpm)	Stats
	agricultor	50	Time Series

Figura 4. 10 Creación de las entidades del modelo

4.5.3 Llegadas

Cuando una entidad alimenta al modelo se denomina llegada. Para editar las llegadas, se selecciona del menú build la opción arrivals.



Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
agricultor	inicio	1		1	1		No

Figura 4. 11 Creación de las llegadas del modelo

La tabla de edición de llegadas está constituida por registros. Un registro de llegada está integrado por el campo entity, donde se establece la identificación de la entidad que va a llegar; el campo location, donde se establece a que locación va a llegar la entidad; el campo qty each, donde se establece el número de entidades que llegan en un tiempo específico dado; el campo first time; donde se indica la primera llegada de una entidad a la locación; el campo occurrences, donde se establece el número de repeticiones de llegadas de las entidades a una locación; el campo logic; donde es posible aplicar cualquier lógica de programación y el campo disable, que se utiliza para desactivar temporalmente el registro de una llegada.

Para el primer registro de llegada se seleccionó en el campo entity la entidad agricultor; en el campo location la locación inicio que es la primera locación a la que llega la entidad; en el campo first time se define el tiempo al que llegará en este caso queda vacío indicando así que es al momento en que comienza la simulación; en el campo qty each se especificó que llegará un solo agricultor a esa locación; en el campo occurrences, se interpreta como el número de veces que se repetirán las llegadas, para esta entidad se tendrá 1 ocurrencia y en el campo disable se asignó la palabra No, quedando el registro como se ilustra en la siguiente figura.

4.5.4 Lógica de procesamiento

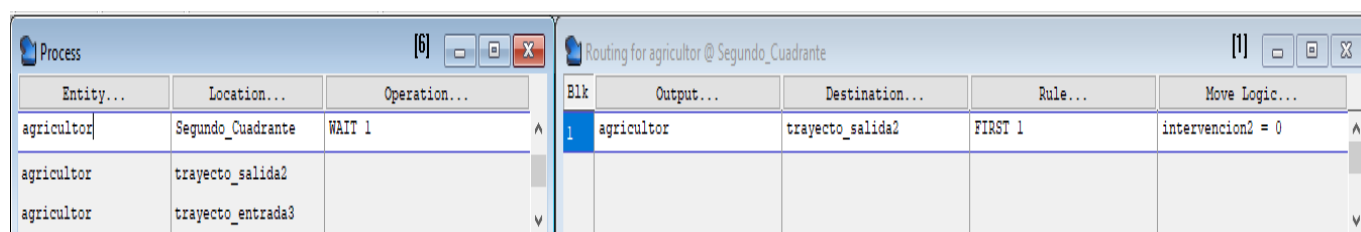
En la lógica de procesamiento se describe todo lo que ocurre cada vez que una entidad llega a una locación, por ejemplo, el tiempo de procesamiento, los recursos que se van a necesitar para completar el proceso y cualquier otra cosa que suceda en la locación, incluyendo la selección de la siguiente locación a la que deberá dirigirse la entidad.

Para poder reproducir las actividades que implica el trayecto del agricultor, en el modelo se crearon las lógicas de procesamiento.

En la lógica del proceso se emplearon comandos, variables, atributos, distribuciones definidas por el usuario y palabras reservadas que permitieron la construcción del modelo.

Para construir la lógica del proceso se selecciona processing del menú build para poder acceder al editor del proceso.

En las ventanas de Process y Routing se comienza a programar esta lógica, primero se selecciona la entidad que llega, en este caso es agricultor, y luego se direcciona a la locación correspondiente, posterior a ello en el campo operation se determina el tiempo de atención en minutos.



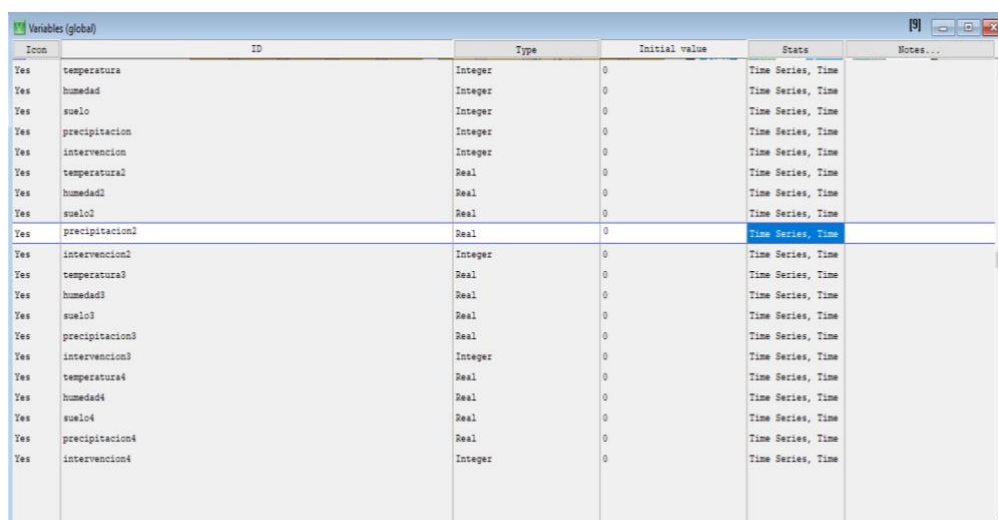
Entity...	Location...	Operation...
agricultor	Segundo_Cuadrante	WAIT 1
agricultor	trayecto_salida2	
agricultor	trayecto_entrada3	

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	agricultor	trayecto_salida2	FIRST 1	intervencion2 = 0

Figura 4. 12 Ventana de process y routing

4.5.5 Variables

Accediendo al menú Build, se elige la opción Variables (global) y es aquí donde se realiza la determinación de las variables cuyos valores permitirán realizar los análisis del cultivo, en la siguiente figura se pueden ver las variables.



Icon	ID	Type	Initial value	State	Notes...
Yes	temperatura	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	humedad	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	suelo	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	precipitation	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	intervencion	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	temperatura2	Real	0	Time Series, Time	
Yes	humedad2	Real	0	Time Series, Time	
Yes	suelo2	Real	0	Time Series, Time	
Yes	precipitation2	Real	0	Time Series, Time	
Yes	intervencion2	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	temperatura3	Real	0	Time Series, Time	
Yes	humedad3	Real	0	Time Series, Time	
Yes	suelo3	Real	0	Time Series, Time	
Yes	precipitation3	Real	0	Time Series, Time	
Yes	intervencion3	Integer	0	Time Series, Time	
Yes	temperatura4	Real	0	Time Series, Time	
Yes	humedad4	Real	0	Time Series, Time	
Yes	suelo4	Real	0	Time Series, Time	
Yes	precipitation4	Real	0	Time Series, Time	
Yes	intervencion4	Integer	0	Time Series, Time	

Figura 4. 13 Ventana para la edición de variables

4.5.6 Información General

En el módulo Logic, se presenta la lógica de inicialización programada que permite a la simulación generar los datos que utilizará el sensor por los cuatro parámetros, además, identificará cuando un dato se encuentre fuera del rango establecido con un uno, esto quiere decir que se necesita de intervención en esa variable.

```

Logic
BEGIN
  intervencion = 1
  SEND 1 agricultor TO trayecto_entrada
END
IF (temperatura2 < 16) OR (temperatura2 > 26)
OR (humedad2 < 65) OR (humedad2 > 92)
OR (suelo2 < 8) OR (suelo2 > 34)
OR (precipitacion2 < 0.01) OR (precipitacion2 > 0.90)
THEN
  BEGIN
    intervencion2 = 1
    SEND 1 agricultor TO trayecto_entrada2
  END
  IF (temperatura3 < 16) OR (temperatura3 > 26)
  OR (humedad3 < 65) OR (humedad3 > 92)
  OR (suelo3 < 8) OR (suelo3 > 34)
  OR (precipitacion3 < 0.01) OR (precipitacion3 > 0.90)
  THEN
    BEGIN
      intervencion3 = 1
      SEND 1 agricultor TO trayecto_entrada3
    END
    IF (temperatura4 < 16) OR (temperatura4 > 26)
    OR (humedad4 < 65) OR (humedad4 > 92)
    OR (suelo4 < 8) OR (suelo4 > 34)
    OR (precipitacion4 < 0.01) OR (precipitacion4 > 0.90)
    THEN
      BEGIN
        intervencion4 = 1
        SEND 1 agricultor TO trayecto_entrada4
      END
    END
  END
END
Line: 14

```

Figura 4. 14 Lógica de programación 1

```

Logic
INT counter
WHILE counter < 10000 DO
  BEGIN
    INC counter
    WAIT 60 MIN
    temperatura = N(21.03,2.81)
    humedad = N(79.63,10.01)
    suelo = N(20, 5.65)
    precipitacion = N(0.40, 0.08)
    temperatura2 = N(21.03,2.81)
    humedad2 = N(79.63,10.01)
    suelo2 = N(20, 5.65)
    precipitacion2 = N(0.40, 0.08)
    temperatura3 = N(21.03,2.81)
    humedad3 = N(79.63,10.01)
    suelo3 = N(20, 5.65)
    precipitacion3 = N(0.40, 0.08)
    temperatura4 = N(21.03,2.81)
    humedad4 = N(79.63,10.01)
    suelo4 = N(20, 5.65)
    precipitacion4 = N(0.40, 0.08)
    IF (temperatura < 16) OR (temperatura > 26)
    OR (humedad < 65) OR (humedad > 92)
    OR (suelo < 8) OR (suelo > 34)
    OR (precipitacion < 0.01) OR (precipitacion > 0.90)
    THEN
      BEGIN
        intervencion = 1
      END
    END
  END
END
Line: 14

```

Figura 4. 15 Lógica de programación 2

4.5.7 Correr el programa

En la simulación se ejemplifico el servicio tomando en cuenta la colocación de 4 sensores en el cafetal la generación de los datos y si se requería intervención el agricultor lo verifica.



Figura 4. 16 Simulación

4.5 Validación de los datos con t-pareada

Para poder validar los datos que se obtuvieron con el software ProModel, vamos a corroborar que estos sean estadísticamente iguales a los del sistema real, se validaron los datos de los monitoreos de los 4 sensores generados en la simulación.

En este caso se verificará el parámetro de temperatura del primer sensor, y para validarlo se emplea la prueba de t-pareada, la cual es una prueba de hipótesis que plantea como hipótesis nula que la media de los datos arrojados por el software y la media de los datos originales del sistema no son diferentes. Para determinar si se acepta o se rechaza la hipótesis nula se genera un intervalo de confianza con un nivel de significancia dado, que para este problema fue del 5%, en donde si este intervalo contiene al cero se acepta la hipótesis nula y se puede decir

que cualquier variación entre ambas medias no es significativa al de nivel de α y que esa variación puede ser explicada por fluctuaciones aleatorias, aceptando de esa forma que los datos del modelo son válidos.

En caso contrario de que el intervalo de confianza calculado con el nivel de significancia dado se abstiene del cero, se dice que la diferencia entre ambas medias es significativa al nivel de α y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que llevaría a dudar de la validez de los datos.

La validación consiste en corroborar que los datos obtenidos sean estadísticamente iguales a los del sistema real. Para tal efecto se utiliza la prueba t-pareada, la cual confronta los resultados obtenidos por la distribución con los datos reales.

En la siguiente tabla tenemos la información:

X: Datos originales

Y: Datos obtenidos por ProModel

Cabe mencionar que primero se determinó los aspectos que van a ser investigados para la realización de la prueba t-pareada. Por lo cual esta prueba se realizó a cada una de las variables (temperatura, humedad, suelo, precipitación). en la siguiente tabla se muestra un fragmento de los datos originales comparando los datos arrojados por el modelo de la variable temperatura del primer sensor de la simulación.

Corridas	Xj	Yj	Xj-Yj	$(Z_j - \bar{Z}_{10})$
1	18	22	-4	11.1111
2	19	20	-1	0.1111
3	19	24	-5	18.7778
4	19	22	-3	5.4444
5	19	22	-3	5.4444
6	20	21	-1	0.1111
7	20	19	1	2.7778
8	20	18	2	7.1111
9	23	19	4	21.7778
10	24	23	1	2.7778
11	26	21	5	32.1111
12	27	22	5	32.1111
13	27	23	4	21.7778
14	26	23	3	13.4444
15	26	21	5	32.1111
16	25	24	1	2.7778
17	22	19	3	13.4444
18	21	23	-2	1.7778
19	21	22	-1	0.1111
20	20	20	0	0.4444
21	19	24	-5	18.7778
22	18	21	-3	5.4444
23	18	22	-4	11.1111
24	18	21	-3	5.4444
25	18	21	-3	5.4444
26	19	25	-6	28.4444
27	19	22	-3	5.4444
28	19	23	-4	11.1111
29	20	19	1	2.7778
30	20	21	-1	0.1111
31	21	21	0	0.4444
32	21	24	-3	5.4444
33	22	24	-2	1.7778
SUMA				327.333
PROMEDIO			-0.667	

Tabla 4. 5 Prueba t-pareada temperatura

Con los resultados obtenidos de los cálculos de la t-pareada, se puede concluir con una confianza del 90% que la diferencia no es estadísticamente significativa ya que el intervalo de confianza es de: (-1.69,0.3539), incluye al cero, por lo que los datos son válidos.

Y como se mencionó anteriormente, los cálculos de la t-pareada se realizaron a cada uno de los cuatro parámetros, dichos intervalos de confianza y sus decisiones se muestran en la siguiente tabla, lo cual da certeza sobre la confiabilidad de la información que se obtuvo de la simulación, A continuación, se ven los resultados de la validación del primer sensor.

Parámetro	Intervalo de confianza	Decisión
Temperatura	(-1.69 , 0.3539)	Válido
Humedad	(-2.82 , 4.0888)	Válido
Suelo	(-2.78 , 5.5675)	Válido
Precipitación	(-0.32 , 0.0224)	Válido

Tabla 4. 6 Resumen t-pareada cuatro parámetros

En la parte de anexos se encuentra los datos de cada sensor con sus respectivas validaciones.

Conclusiones

Se puede concluir que de acuerdo con el objetivo uno, el diseño del modelo CANVAS enfocado a este servicio dio como resultado una visión completa de los requerimientos necesarios para la generación de este servicio aunado con el back y front office se establece una propuesta de valor para los caficultores.

En el segundo objetivo que es el análisis de los datos de las variables se realizó un modelo mediante minería de datos en el cual se logró evaluar los parámetros que se obtendrán de sensor y dio como resultado detectar cuando alguna variable se encuentra en condiciones anómalas y si requiere intervención, contar con el estudio del comportamiento del cafetal permitirá a las personas encargadas del cuidado de los cultivos, dar mayor atención a ciertos aspectos, permitiendo así una mejora.

En el siguiente objetivo que es la generación de la aplicación móvil, se generó mediante Android studio donde se refleja el análisis de datos generados y toda la información obtenida de las variables y un aviso si requiere intervención y así el caficultor podrá conocer el estado actual del cafetal, además de tener la capacidad de tomar la decisión adecuada sin tener que emplear recursos físicos o económicos innecesarios.

Y por último la simulación en ProModel, donde se proyecta el servicio, la obtención de datos y el aviso si requiere intervención, el enfoque del diseño de un servicio agricultura inteligente realizado en este modelo presenta las herramientas necesarias para la realización de este y los beneficios que se pueden generar mediante la tecnología y brindar una oportunidad a los caficultores para incrementar la sostenibilidad y productividad, así como un uso eficiente de sus recursos naturales facilitará la obtención de la información.

Como resultado de la aplicación de este trabajo, se resaltan los siguientes puntos:

- Comprender la visión de los clientes sobre el proceso o sobre su experiencia.
- El papel de los empleados de contacto en estas aplicaciones es fundamental para aplicar bien el esquema.
- La comprensión del cómo se integran los diversos elementos del proceso de servicio es de suma importancia.

- Siempre está latente el rediseño del proceso de servicio, como parte de la mejora continua.

Se puede establecer una integración satisfactoria de interesantes enfoques, como lo son: Modelo CANVAS – Service Blueprinting - Minería de datos – Simulación, con resultados satisfactorios y de importante aplicación.

Como trabajos futuros, se recomienda utilizar minería de datos con algoritmos y herramientas más potentes como por ejemplo, el enfoque de aprendizaje profundo. Así mismo, la simulación puede evolucionar de ProModel a una simulación programable con Python, que puede aminorar el tema de recursos, así como agilizar y evolucionar el proceso.

Referencias

- Cabrera, N., Galluser, S., Kroll, B., Varese, E., & Zurita, F. (2017). *Manual de caficultura climáticamente inteligente*. Lima: Solidaridad.
- Catley, C., Smith, K., McGregor, C., & Tracy, M. (2009). Extending CRISP-DM to incorporate temporal data mining of multidimensional medical data streams: A neonatal intensive care unit case study. *IEEE*.
- Linoff, G., & Berry, M. (2011). *Data mining techniques*. Wiley.
- Christophersen, T. (Octubre de 2016). *Naciones Unidas México*. Obtenido de <http://www.onu.org.mx/la-agricultura-en-el-siglo-xxi-un-nuevo-paisaje-para-la-gente-la-alimentacion-y-la-naturaleza/>
- López, A., Bohórquez, C., & Gómez, R. (2019). Sistema Internet de las Cosas para medición y monitoreo de variables medioambientales en la agricultura inteligente. *Desarrollo e innovación en ingeniería*, 251-259.
- E. Khedra, A., Kadryb, M., & Walidb, G. (2015). Marco propuesto para implementar técnicas de minería de datos para mejorar las decisiones en el sector agrícola Caso aplicado en el Centro de información sobre seguridad alimentaria Ministerio de Agricultura.
- A.K, T., J, A., K, V., S.N, M., U.B, D., & S, N. (2014). Descubrimiento del conocimiento y dinámica de la mancha foliar del cultivo de maní a través de la red inalámbrica de sensores y técnicas de minería de datos.
- Aboal, D., Arias, E., Crespi, G., Garda, P., Rasteletti, A., Rubalcaba, L., . . . Vargas, F. (2015). *La innovación y la nueva economía de servicios en América Latina y el Caribe*. Montevideo: Mano Santa.
- Agroware. (05 de 12 de 2016). Obtenido de <http://sistemaagricola.com.mx/blog/innovacion-en-el-sector-agricola/#:~:text=La%20innovaci%C3%B3n%20en%20el%20sector%20agr%C3%ADcola%20como%20ventaja%20competitiva&text=Esencialmente%2C%20el%20concepto%20de%20innovar,resultados%20distintos%20gracias%20a%2>
- Ait issad, H., Aoudjt, R., & JPC Rodrigues, J. (2019). Una revisión exhaustiva de las técnicas de minería de datos en la agricultura inteligente. *Ingeniería en Agricultura, Medio Ambiente y Alimentación*, 511-525.
- Basso, L., Pascale, C., Obschatko, E., & Preciado, J. (2013). *Agricultura Inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- Dung, V., & Van Oanh, D. (2017). Aplicando el modelo de negocio canvas para la nueva empresa social de arranque.

- E. Khedr, A., Kadry, M., & Walid, G. (2017). Desde el diseño del servicio hasta la arquitectura de la empresa: La alineación del Diseño de Servicios y la Arquitectura Empresarial con el Modelo y la Notación de Procesos Empresariales.
- FAO. (2020). Obtenido de <http://www.fao.org/innovation/es/>
- Franco Arcega, A., Carrasco Ochoa, J. A., Sanchez Diaz, G., & Martinez Trinidad, J. F. (2008). *Árboles de Decisión para Grandes Conjuntos de Datos*. Puebla: Coordinación de Ciencias Computacionales INAOE.
- García Dunna , E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*. Pearson.
- Giudici, P. (2003). *Applied Data Mining, Statistical Methods for Business and Industry*. England: Wiley.
- H. A., D., & Gunnink, J. (1997). The Paired t Test Under Artificial Pairing. *The american statistician*, 9-12.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data mining: Concepts and techniques*. MK.
- Hill, M., Connolly, P., Reutemann, P., & Fletcher, D. (2014). El uso de la minería de datos para ayudar a las decisiones de protección de cultivos en kiwi en Nueva Zelanda. *Computer and Electronics in Agriculture*.
- Hira, S., & Deshpande, P. (2015). Análisis de datos utilizando modelado multidimensional, análisis estadístico y minería de datos en parámetros agrícolas.
- Infinca. (2017). *Infinca*. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2017/05/30/cuales-son-los-principales-retos-que-enfrentan-los-productores/>
- Jo Bitner, M., L. Ostrom, A., & N. Morgan, F. (2008). Service Blueprinting: Una técnica práctica para la innovación del servicio.
- Kxen. (Noviembre de 2013). *www.kxen.com*. Obtenido de <http://www.kxen.com/Products>
- Madrigal, R., & Alpízar, F. (2008). Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*.
- Marcia Robinson, R. (2003). *Services Blueprint*. Addison-Wesley.
- Martín Peña, M. L., & Díaz Garrido, E. (2016). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios*. Madrid: ESIC editorial.
- Martínez García , H. (2018). Sistema Inteligente para la Medida y Monitorización en Agricultura Inteligente. *Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería*, 250-256.
- Martínez García, H. (2018). Sistema Inteligente para la Medida y Monitorización en Agricultura Inteligente. *Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería(CIMNE)*.

- Megias, J. (10 de Enero de 2013). *Javier Megias*. Obtenido de <https://javiermegias.com/blog/2013/01/value-proposition-canvas-lienzo-proposicion-valor-modelos-de-negocio/>
- Milenio. (27 de Febrero de 2020). Obtenido de www.milenio.com/estilo/gastronomia/cafe-origen-y-datos-curiosos
- Microsoft. (15 de 11 de 2013). *Microsoft*. Obtenido de <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb510516.aspx>
- Molina, G., & Rodrigo, M. (2009). *El modelo de regresión lineal*. Universidad De Valencia.
- Naciones Unidas. (2017). El papel de la economía y el comercio de servicios en la transformación estructural y el desarrollo inclusivo. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo*.
- Nikolaevich Dudi, M., Vasil'evich Lyasnikov, N., Lidija Sergeevna Leont'eva, L., Jur'evich Reshetov, K., & Nikolaevna Sidorenk, V. (2015). Modelo de negocio Canvas como base de la ventaja competitiva de las estructuras empresariales en la agricultura industrial.
- Notimex. (9 de Abril de 2019). *Capital México*. Obtenido de <https://www.capitalmexico.com.mx/estados/ocupa-veracruz-segundo-lugar-como-productor-nacional-de-cafe/>
- Núñez Agurto, D., Benavides Astudillo, E., Rodríguez, G., & Salazar, D. (2019). Propuesta de una plataforma de bajo costo basada en Internet de las Cosas para Agricultura Inteligente. *Cumbres*.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. Barcelona: Deusto.
- PÖLLING, B., PRADOS, M. J., TORQUATI, B. M., GIACCHE, G., RECASENS, X., PAFFARINI, C., . . . LORLEBERG, W. (2017). Modelos de negocio en la agricultura urbana: Un análisis comparativo de estudios de casos de España, Italia y Alemania.
- r-project. (12 de 03 de 2014). www.r-project.org/. Obtenido de <http://www.r-project.org/>
- SAGARPA. (2 de Marzo de 2018). *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>
- Sas. (05 de 04 de 2014). <http://www.sas.com>. Obtenido de http://www.sas.com/en_us/software/analytics.html#
- SIAP. (2019). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/458242/Expectativas_Abril_2019_compressed.pdf
- Statsoft. (13 de 03 de 2014). www.statsoft.com. Obtenido de <http://www.statsoft.com/solutions/cross-industry/data-mining>

Turban, E., Sharda, R., & Dursun, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence Systems*. U.S.A.: Pearson.

Urquilla, A. (23 de 01 de 2016). *E&N*. Obtenido de www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/922494-330/dise%C3%B1o-de-servicios-una-tendencia-que-viene-con-fuerzas

Weka. (Noviembre de 2013). www.cs.waikato.ac.nz. Obtenido de <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

youngjung, g., & yongtae , p. (2011). Diseño de la integración sostenible producto-servicio: un enfoque de proyecto producto-servicio. *cleaner Production*.

Zolnowski, A., Böhmman, T., & Weiß, C. (2013). *Modelos de negocio orientados al servicio*. Hamburgo: Springer gabler.

Anexos

Corridas	X	y	x-y	
1	18	21	-3	5.44444
2	19	20	-1	0.11111
3	19	21	-2	1.77778
4	19	22	-3	5.44444
5	19	19	0	0.44444
6	20	21	-1	0.11111
7	20	21	-1	0.11111
8	20	19	1	2.77778
9	23	23	0	0.44444
10	24	24	0	0.44444
11	26	20	6	44.4444
12	27	23	4	21.7778
13	27	20	7	58.7778
14	26	21	5	32.1111
15	26	23	3	13.4444
16	25	20	5	32.1111
17	22	23	-1	0.11111
18	21	21	0	0.44444
19	21	21	0	0.44444
20	20	23	-3	5.44444
21	19	23	-4	11.1111
22	18	26	-8	53.7778
23	18	19	-1	0.11111
24	18	21	-3	5.44444
25	18	23	-5	18.7778
26	19	23	-4	11.1111
27	19	22	-3	5.44444
28	19	22	-3	5.44444
29	20	21	-1	0.11111
30	20	26	-6	28.4444
31	21	20	1	2.77778
32	21	23	-2	1.77778
33	22	21	1	2.77778
SUMA				373.333
PROMEDIO			-0.6667	

		Var =	0.3535354
			0.3535354
	-0.67	"+"	1.0899477
	[-1.76	0.4233]	
	Incluye el 0;		
	Por lo que aceptamos la		
	validez del modelo		

**Tabla Anexos 1. 1 Validación
temperatura sensor 2**

Tabla Anexos 1. 2 Datos temperatura sensor 2

Corridas	X	y	X-y	
1	18	24	-6	27.8017
2	19	20	-1	0.07438
3	19	21	-2	1.61983
4	19	19	0	0.52893
5	19	25	-6	27.8017
6	20	23	-3	5.16529
7	20	22	-2	1.61983
8	20	22	-2	1.61983
9	23	21	2	7.43802
10	24	23	1	2.98347
11	26	23	3	13.8926
12	27	19	8	76.1653
13	27	20	7	59.7107
14	26	22	4	22.3471
15	26	20	6	45.2562
16	25	20	5	32.8017
17	22	21	1	2.98347
18	21	21	0	0.52893
19	21	25	-4	10.7107
20	20	20	0	0.52893
21	19	25	-6	27.8017
22	18	22	-4	10.7107
23	18	20	-2	1.61983
24	18	22	-4	10.7107
25	18	22	-4	10.7107
26	19	21	-2	1.61983
27	19	23	-4	10.7107
28	19	21	-2	1.61983
29	20	24	-4	10.7107
30	20	25	-5	18.2562
31	21	21	0	0.52893
32	21	20	1	2.98347
33	22	21	1	2.98347
SUMA				452.545
PROMEDIO			-0.7273	

Tabla Anexos 1. 4 Datos temperatura sensor 3

	Var =	0.42854683
		0.42854683
-0.73	"+/-"	1.20001967
-1.93	0.4727]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

**Tabla Anexos 1. 3 Validación
temperatura sensor 3**

Corridas	x	y	x-y	
1	18	21	-3	7.77227
2	19	20	-1	0.62075
3	19	23	-4	14.348
4	19	22	-3	7.77227
5	19	18	1	1.46924
6	20	19	1	1.46924
7	20	21	-1	0.62075
8	20	19	1	1.46924
9	23	20	3	10.3177
10	24	22	2	4.89348
11	26	23	3	10.3177
12	27	19	8	67.4389
13	27	23	4	17.742
14	26	24	2	4.89348
15	26	20	6	38.5904
16	25	21	4	17.742
17	22	19	3	10.3177
18	21	25	-4	14.348
19	21	23	-2	3.19651
20	20	22	-2	3.19651
21	19	22	-3	7.77227
22	18	21	-3	7.77227
23	18	23	-5	22.9238
24	18	23	-5	22.9238
25	18	19	-1	0.62075
26	19	20	-1	0.62075
27	19	22	-3	7.77227
28	19	20	-1	0.62075
29	20	20	0	0.045
30	20	21	-1	0.62075
31	21	21	0	0.045
32	21	25	-4	14.348
33	22	20	2	4.89348
SUMA				329.515
PROMEDIO			-0.2121	

Tabla Anexos 1. 6 Datos temperatura sensor 4

	Var =	0.31204086
		0.31204086
-0.21	" +/- "	1.02398821
-1.24	0.8119]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 5 Validación temperatura sensor 4

Corridas	x	y	x-y	
1	90	68	22	456.405
2	90	72	18	301.4959
3	92	82	10	87.67769
4	91	86	5	19.04132
5	85	83	2	1.859504
6	84	81	3	5.586777
7	81	75	6	28.7686
8	79	79	0	0.404959
9	82	73	9	69.95041
10	83	81	2	1.859504
11	76	71	5	19.04132
12	65	85	-20	425.8595
13	62	78	-16	276.7686
14	61	82	-21	468.1322
15	60	79	-19	385.5868
16	60	72	-12	159.6777
17	61	76	-15	244.4959
18	64	83	-19	385.5868
19	82	75	7	40.49587
20	86	80	6	28.7686
21	83	87	-4	21.49587
22	82	74	8	54.22314
23	80	76	4	11.31405
24	83	74	9	69.95041
25	91	88	3	5.586777
26	90	83	7	40.49587
27	85	77	8	54.22314
28	88	83	5	19.04132
29	87	82	5	19.04132
30	85	85	0	0.404959
31	81	79	2	1.859504
32	78	82	-4	21.49587
33	81	76	5	19.04132
SUMA				3745.636
PROMEDIO			0.636364	

Tabla Anexos 1. 7 Datos humedad sensor 1

	Var =	3.54700413
		3.54700413
0.636	" +/- "	3.45239174
-2.82	4.0888]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 8 Validación humedad sensor 1

Corridas	x	y	x-y	
1	90	76	14	138.241
2	90	80	10	60.18
3	92	80	12	95.2103
4	91	79	12	95.2103
5	85	68	17	217.786
6	84	79	5	7.60422
7	81	80	1	1.54362
8	79	77	2	0.05877
9	82	81	1	1.54362
10	83	80	3	0.57392
11	76	83	-7	85.4224
12	65	76	-11	175.362
13	62	69	-7	85.4224
14	61	65	-4	38.9679
15	60	85	-25	742.15
16	60	79	-19	451.241
17	61	82	-21	540.21
18	64	71	-7	85.4224
19	82	78	4	3.08907
20	86	77	9	45.6648
21	83	67	16	189.271
22	82	79	3	0.57392
23	80	79	1	1.54362
24	83	83	0	5.02847
25	91	85	6	14.1194
26	90	91	-1	10.5133
27	85	86	-1	10.5133
28	88	72	16	189.271
29	87	72	15	162.756
30	85	71	14	138.241
31	81	74	7	22.6345
32	78	66	12	95.2103
33	81	84	-3	27.483
SUMA				3738.06
PROMEDIO			2.24242	

Tabla Anexos 1. 9 Datos humedad sensor 2

	Var =	3.53983012
		3.53983012
2.242	"+/-"	3.44889864
-1.21	5.6913]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 10 Validación humedad sensor 2

Corridas	x	y	x-y	
1	90	73	17	250.215
2	90	80	10	77.7603
3	92	75	17	250.215
4	91	79	12	117.033
5	85	79	6	23.2149
6	84	73	11	96.3967
7	81	80	1	0.03306
8	79	81	-2	10.124
9	82	84	-2	10.124
10	83	71	12	117.033
11	76	79	-3	17.4876
12	65	77	-12	173.76
13	62	64	-2	10.124
14	61	74	-13	201.124
15	60	71	-11	148.397
16	60	76	-16	295.215
17	61	79	-18	367.942
18	64	84	-20	448.669
19	82	82	0	1.39669
20	86	79	7	33.8512
21	83	87	-4	26.8512
22	82	78	4	7.94215
23	80	88	-8	84.3058
24	83	82	1	0.03306
25	91	75	16	219.579
26	90	83	7	33.8512
27	85	73	12	117.033
28	88	81	7	33.8512
29	87	82	5	14.5785
30	85	72	13	139.669
31	81	84	-3	17.4876
32	78	84	-6	51.5785
33	81	80	1	0.03306
SUMA				3396.91
PROMEDIO			1.18182	

Tabla Anexos 1. 11 Datos humedad sensor 3

	Var =	3.21676997
		3.21676997
1.182	"+/-"	3.28775332
-2.11	4.4696]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

**Tabla Anexos 1. 12 Validación
humedad sensor 3**

Corridas	x	y	x-y	
1	90	68	22	456.405
2	90	72	18	301.496
3	92	82	10	87.6777
4	91	86	5	19.0413
5	85	83	2	1.8595
6	84	81	3	5.58678
7	81	75	6	28.7686
8	79	79	0	0.40496
9	82	73	9	69.9504
10	83	81	2	1.8595
11	76	71	5	19.0413
12	65	85	-20	425.86
13	62	78	-16	276.769
14	61	82	-21	468.132
15	60	79	-19	385.587
16	60	72	-12	159.678
17	61	76	-15	244.496
18	64	83	-19	385.587
19	82	75	7	40.4959
20	86	80	6	28.7686
21	83	87	-4	21.4959
22	82	74	8	54.2231
23	80	76	4	11.314
24	83	74	9	69.9504
25	91	88	3	5.58678
26	90	83	7	40.4959
27	85	77	8	54.2231
28	88	83	5	19.0413
29	87	82	5	19.0413
30	85	85	0	0.40496
31	81	79	2	1.8595
32	78	82	-4	21.4959
33	81	76	5	19.0413
SUMA				3745.64
PROMEDIO			0.63636	

Tabla Anexos 1. 13 Datos humedad sensor 4

	Var =	3.54700413
		3.54700413
0.636	"+/-"	3.45239174
-2.82	4.0888]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 14 Validación humedad sensor 4

Corridas	x	y	x-y	
1	35	15	20	346.185
2	36	14	22	424.61
3	38	4	34	1063.16
4	30	18	12	112.489
5	25	12	13	134.701
6	25	14	11	92.2764
7	27	13	14	158.913
8	27	31	-4	29.0946
9	27	28	-1	5.73095
10	22	26	-4	29.0946
11	15	27	-12	179.398
12	12	18	-6	54.6703
13	5	20	-15	268.761
14	5	19	-14	236.973
15	3	7	-4	29.0946
16	3	14	-11	153.61
17	2	27	-25	696.64
18	2	18	-16	302.549
19	2	18	-16	302.549
20	12	17	-5	40.8825
21	15	8	7	31.4279
22	15	18	-3	19.3067
23	20	26	-6	54.6703
24	25	4	21	384.398
25	30	27	3	2.57943
26	32	23	9	57.8522
27	27	17	10	74.0643
28	26	19	7	31.4279
29	26	28	-2	11.5188
30	24	26	-2	11.5188
31	24	18	6	21.2158
32	19	10	9	57.8522
33	24	30	-6	54.6703
SUMA				5473.88
PROMEDIO			1.39394	

Tabla Anexos 1. 15 Datos suelo sensor 1

	Var =	5.18359734
		5.18359734
1.394	"+"-"	4.1735426
-2.78	5.5675]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 16 Validación suelo sensor 1

Corridas	x	y	x-y	
1	35	10	25	603.968
2	36	21	15	212.453
3	38	19	19	345.059
4	30	21	9	73.5436
5	25	19	6	31.0891
6	25	29	-4	19.5739
7	27	15	12	133.998
8	27	8	19	345.059
9	27	22	5	20.9376
10	22	35	-13	180.21
11	15	17	-2	5.87695
12	12	10	2	2.48301
13	5	23	-18	339.453
14	5	18	-13	180.21
15	3	14	-11	130.513
16	3	25	-22	502.847
17	2	16	-14	208.059
18	2	12	-10	108.665
19	2	24	-22	502.847
20	12	23	-11	130.513
21	15	16	-1	2.02847
22	15	17	-2	5.87695
23	20	26	-6	41.2709
24	25	10	15	212.453
25	30	17	13	158.15
26	32	26	6	31.0891
27	27	25	2	2.48301
28	26	28	-2	5.87695
29	26	9	17	274.756
30	24	16	8	57.3921
31	24	23	1	0.3315
32	19	22	-3	11.7254
33	24	30	-6	41.2709
SUMA				4922.06
PROMEDIO			0.42424	

Tabla Anexos 1. 17 Datos suelo sensor 2

	Var =	4.66104224
		4.66104224
0.424	" +/- "	3.95758946
-3.53	4.3818]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 18 Validación suelo sensor 2

Corridas	x	y	x-y	
1	35	28	7	50.7117
2	36	22	14	199.409
3	38	27	11	123.681
4	30	17	13	172.166
5	25	20	5	26.2268
6	25	20	5	26.2268
7	27	26	1	1.25712
8	27	21	6	37.4692
9	27	21	6	37.4692
10	22	28	-6	34.5601
11	15	23	-8	62.0753
12	12	27	-15	221.378
13	5	23	-18	319.651
14	5	19	-14	192.621
15	3	12	-9	78.8329
16	3	20	-17	284.893
17	2	31	-29	833.984
18	2	16	-14	192.621
19	2	12	-10	97.5904
20	12	11	1	1.25712
21	15	19	-4	15.045
22	15	7	8	65.9541
23	20	26	-6	34.5601
24	25	18	7	50.7117
25	30	25	5	26.2268
26	32	16	16	259.893
27	27	17	10	102.439
28	26	11	15	228.651
29	26	21	5	26.2268
30	24	19	5	26.2268
31	24	10	14	199.409
32	19	21	-2	3.52984
33	24	30	-6	34.5601
SUMA				4067.52
PROMEDIO			-0.1212	

Tabla Anexos 1. 19 Datos suelo sensor 3

	Var =	3.85181359
		3.85181359
-0.12	" +/- "	3.59767437
-3.72	3.4765]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 20 Validación suelo sensor

3

Corridas	x	y	x-y	
1	35	31	4	21.7778
2	36	14	22	513.778
3	38	18	20	427.111
4	30	25	5	32.1111
5	25	7	18	348.444
6	25	10	15	245.444
7	27	28	-1	0.11111
8	27	25	2	7.11111
9	27	12	15	245.444
10	22	34	-12	128.444
11	15	10	5	32.1111
12	12	16	-4	11.1111
13	5	15	-10	87.1111
14	5	29	-24	544.444
15	3	30	-27	693.444
16	3	26	-23	498.778
17	2	10	-8	53.7778
18	2	16	-14	177.778
19	2	22	-20	373.778
20	12	30	-18	300.444
21	15	25	-10	87.1111
22	15	25	-10	87.1111
23	20	25	-5	18.7778
24	25	6	19	386.778
25	30	19	11	136.111
26	32	26	6	44.4444
27	27	24	3	13.4444
28	26	21	5	32.1111
29	26	19	7	58.7778
30	24	26	-2	1.77778
31	24	18	6	44.4444
32	19	10	9	93.4444
33	24	30	-6	28.4444
SUMA				5775.33
PROMEDIO			-0.6667	

Tabla Anexos 1. 22 Datos suelo sensor 4

	Var =	5.46906566
		5.46906566
-0.67	"+/-"	4.28692406
-4.95	3.6203]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 21 Validación suelo sensor 4

Corridas	x	y	x-y	
1	0.9	0.49	0.41	0.30954
2	0.9	0.34	0.56	0.49895
3	0.3	0.37	-0.07	0.00583
4	0.3	0.66	-0.36	0.04564
5	0.3	0.89	-0.59	0.19681
6	0	1.05	-1.05	0.81656
7	0	0.81	-0.81	0.44041
8	0	1.02	-1.02	0.76324
9	0	0.4	-0.4	0.06433
10	0	0.27	-0.27	0.01529
11	0	0.44	-0.44	0.08622
12	1.2	0.4	0.8	0.8956
13	1.2	0.49	0.71	0.73336
14	1.2	0.32	0.88	1.05342
15	0.6	0.72	-0.12	0.0007
16	0.6	0.18	0.42	0.32077
17	0.6	0.44	0.16	0.09386
18	0.6	0.46	0.14	0.082
19	0.6	1.19	-0.59	0.19681
20	0.6	0.38	0.22	0.13422
21	0	0.43	-0.43	0.08045
22	0	0.48	-0.48	0.11131
23	0	0.67	-0.67	0.2742
24	0	0.7	-0.7	0.30651
25	0.6	0.94	-0.34	0.0375
26	0.6	0.62	-0.02	0.01597
27	0.6	0.17	0.43	0.3322
28	0.6	0.58	0.02	0.02768
29	0.5	0.05	0.45	0.35565
30	0.4	0.65	-0.25	0.01074
31	0.3	0.36	-0.06	0.00746
32	0	0.87	-0.87	0.52365
33	0	0.49	-0.49	0.11809
SUMA				8.95496
PROMEDIO			-0.1464	

Tabla Anexos 1. 23 Datos precipitación sensor 1

	Var =	0.00848008
		0.00848008
-0.15	"+/-"	0.1688065
-0.32	0.0224]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 24 Validación precipitación sensor 1

Corridas	x	y	x-y	
1	0.9	0.58	0.32	0.18936
2	0.9	0.6	0.3	0.17235
3	0.3	0.34	-0.04	0.00565
4	0.3	1.08	-0.78	0.44202
5	0.3	0.49	-0.19	0.0056
6	0	0.22	-0.22	0.01099
7	0	0.22	-0.22	0.01099
8	0	0.28	-0.28	0.02718
9	0	1.08	-1.08	0.93093
10	0	0.49	-0.49	0.14051
11	0	0.24	-0.24	0.01559
12	1.2	0.29	0.91	1.05094
13	1.2	0.57	0.63	0.55525
14	1.2	0.29	0.91	1.05094
15	0.6	0.79	-0.19	0.0056
16	0.6	0.21	0.39	0.25518
17	0.6	1.16	-0.56	0.19789
18	0.6	0.31	0.29	0.16415
19	0.6	0.49	0.11	0.05069
20	0.6	0.42	0.18	0.08711
21	0	0.31	-0.31	0.03797
22	0	0.72	-0.72	0.36584
23	0	0.5	-0.5	0.14811
24	0	1.13	-1.13	1.02992
25	0.6	0.18	0.42	0.28639
26	0.6	0.2	0.4	0.26538
27	0.6	0.34	0.26	0.14074
28	0.6	0.58	0.02	0.01827
29	0.5	0.83	-0.33	0.04616
30	0.4	0.18	0.22	0.11233
31	0.3	0.89	-0.59	0.22548
32	0	0.8	-0.8	0.46902
33	0	0.49	-0.49	0.14051
SUMA				8.65502
PROMEDIO			-0.1152	

Tabla Anexos 1. 26 Datos precipitación sensor 2

	Var =	0.00819605
		0.00819605
-0.12	"+/-"	0.16595541
-0.28	0.0508]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 25 Validación precipitación sensor 2

Corridas	x	y	x-y	
1	0.9	0.32	0.58	0.49638
2	0.9	0.8	0.1	0.05042
3	0.3	1.13	-0.83	0.49767
4	0.3	0.54	-0.24	0.01333
5	0.3	0.31	-0.01	0.01312
6	0	0.46	-0.46	0.11253
7	0	0.54	-0.54	0.1726
8	0	0.85	-0.85	0.52628
9	0	0.47	-0.47	0.11934
10	0	0.55	-0.55	0.18101
11	0	0.19	-0.19	0.00428
12	1.2	0.32	0.88	1.00911
13	1.2	0.77	0.43	0.30752
14	1.2	0.5	0.7	0.67988
15	0.6	0.2	0.4	0.27515
16	0.6	0.4	0.2	0.10533
17	0.6	0.43	0.17	0.08676
18	0.6	0.11	0.49	0.37767
19	0.6	0.29	0.31	0.18883
20	0.6	0.45	0.15	0.07538
21	0	1.14	-1.14	1.03115
22	0	0.56	-0.56	0.18962
23	0	0.5	-0.5	0.14097
24	0	0.63	-0.63	0.25548
25	0.6	0.53	0.07	0.03785
26	0.6	0.5	0.1	0.05042
27	0.6	0.94	-0.34	0.04642
28	0.6	0.5	0.1	0.05042
29	0.5	0.42	0.08	0.04184
30	0.4	0.59	-0.19	0.00428
31	0.3	0.58	-0.28	0.02417
32	0	0.6	-0.6	0.22606
33	0	0.49	-0.49	0.13356
SUMA				7.52482
PROMEDIO			-0.1245	

Tabla Anexos 1. 27 Datos precipitación sensor 3

	Var =	0.00712577
		0.00712577
-0.12	"+/-"	0.15474095
-0.28	0.0302]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 28 Validación precipitación sensor 3

Corridas	x	y	x-y	
1	0.9	0.25	0.65	0.65169
2	0.9	0.44	0.46	0.38103
3	0.3	0.1	0.2	0.12764
4	0.3	0.99	-0.69	0.2838
5	0.3	0.34	-0.04	0.01375
6	0	0.58	-0.58	0.1787
7	0	0.21	-0.21	0.00278
8	0	0.99	-0.99	0.69343
9	0	0.27	-0.27	0.01271
10	0	1.02	-1.02	0.7443
11	0	0.81	-0.81	0.42605
12	1.2	0.39	0.81	0.93562
13	1.2	0.28	0.92	1.16052
14	1.2	1.03	0.17	0.10711
15	0.6	0.78	-0.18	0.00052
16	0.6	0.2	0.4	0.31055
17	0.6	0.35	0.25	0.16587
18	0.6	0.65	-0.05	0.01151
19	0.6	0.29	0.31	0.21834
20	0.6	0.65	-0.05	0.01151
21	0	0.26	-0.26	0.01055
22	0	0.7	-0.7	0.29455
23	0	0.79	-0.79	0.40034
24	0	0.41	-0.41	0.06387
25	0.6	0.8	-0.2	0.00183
26	0.6	0.16	0.44	0.35673
27	0.6	0.85	-0.25	0.0086
28	0.6	0.88	-0.28	0.01506
29	0.5	0.96	-0.46	0.09164
30	0.4	0.65	-0.25	0.0086
31	0.3	0.32	-0.02	0.01884
32	0	0.8	-0.8	0.4131
33	0	0.49	-0.49	0.11071
SUMA				8.23185
PROMEDIO			-0.1573	

Tabla Anexos 1. 29 Datos precipitación sensor 4

	Var =	0.00779532
		0.00779532
-0.16	"+/-"	0.16184754
-0.32	0.0046]	
Incluye el 0;		
Por lo que aceptamos la validez del modelo		

Tabla Anexos 1. 30 Validación precipitación sensor 4