Sistemas Logísticos
en la comercialización
de productos agrícolas
basados en la industria 4.0



Jesus Abel Afanador Barajas
Francisco Mariano Villalba Cruz
Lina Nataly Alvarado Riaño
Elisabeth Herreño Téllez
Oscar Ramiro Murillo

compensar | fundación universitaria

SISTEMAS LOGÍSTICOS EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS BASADOS EN LA INDUSTRIA 4.0

Jesús Abel Afanador Barajas
Francisco Mariano Villalba Cruz

Catalogación en la publicación - Biblioteca Nacional de Colombia

---



Área: *Economía, administración, contaduría y afines*
Subárea: *Administración logística*

© Jesús Abel Afanador Barajas
© Francisco Mariano Villalba Cruz

© Fundación Universitaria Compensar
Teléfono: 601 338 06 66
Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30
Bogotá, Colombia

► Ecoe Ediciones S.A.S.
info@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 # 63 C 32 - Tel.: 919 80 02
Bogotá, Colombia

Primera edición: Bogotá, noviembre del 2022

e-ISBN: 978-958-503-512-6

Directora editorial: Claudia Garay Castro
Coordinadora editorial: Paula Bermúdez B.
Corrección de estilo: Julián Hernández
Diagramación: Denise Rodríguez Ríos
Carátula: Evelin Piñeros Quintana
Impresión: Xpress Estudio Gráfico y digital
Carrera 69 H # 77 - 40

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

compensar

fundación universitaria

José David Marín Enríquez
Director Académico

Ximena Serrano Quiroga
Decana Facultad de Ciencias Empresariales

Julián Vargas Bedoya
Director de Programa Administración Logística

Gareth Barrera Sanabria
Directora de Investigación Aplicada y Transferencia

CONTENIDO

Prólogo xvii

Capítulo 1. Modelo guía de la fabricación inteligente aplicada a la producción de productos de cacao en Colombia 1

1.1 Introducción 1
1.2 Contexto 3
1.2.1 Contexto del sector del cacao colombiano 3
1.3 Estado del arte del panorama 5
1.3.1 Fabricación inteligente 5
1.3.2 Fabricación inteligente en la agricultura 7
1.3.3 Escenarios prospectivos de la fabricación aditiva 8
1.3.4 Escenarios prospectivos sistemas IIOT 15
1.3.5 La arquitectura del ecosistema de automatización 16
1.4 Metodología 18
1.4.1 Alcance y limitaciones 18
1.4.2 Listado de participantes 19
1.4.3 Tecnologías implicadas 19
1.5 Resultados 20
1.5.1 Variables asociadas al contexto tecnológico por considerar 22

1.6 Discusión 26
1.6.1 Validación del modelo 29
1.7 Conclusiones 29
Bibliografía

Capítulo 2. Aplicación de un modelo de selección de proveedores multicriterio para seleccionar un municipio que satisfaga las necesidades de un modelo de integración y asociatividad utilizando analítica de dato: caso municipios productores agrícolas de Villavicencio 35
2.1 Introducción 35
2.2 Contexto 37
2.3 Metodología 41
2.4 Resultados 43
2.4.1 Normalización bajo la unidad 43
2.5 Discusión 46
2.5.1 Análisis de sensibilidad 48
2.6 Conclusiones 49
Bibliografía

Capítulo 3. Diseño de servicio digital para el sector agroindustrial. Corredores agroindustriales de Bogotá y Medellín 53
3.1 Introducción 53
3.2 Contexto 55
3.2.1 Tendencias de consumo 57
3.2.2 Comercio justo 57
3.2.3 Objetivos de desarrollo sostenible 58
3.2.4 Logística 4.0 59
3.2.5 Servicios digitales 60
3.2.6 Estrategias inteligentes aplicadas al sector agrícola en Colombia 61
3.2.7 Corredores agroindustriales de Cundinamarca y Antioquia 62
3.2.8 Arquitectura del servicio 63
3.3 Discusión 68
3.3.1 Propuesta del servicio 68

3.3.2 Flujos de Información del DSDA del CAL 69
3.3.3 Diseño de los flujos de información en la aplicación 75
3.4 Conclusión 77
Bibliografía

Capítulo 4. Arquitectura del diseño de experiencia de un servicio digital para el sector agroindustrial 83
4.1 Introducción 83
4.2 Contexto 84
4.2.1 Modelos de negociación en las familias agrícolas en el mundo 84
4.2.2 *E-commerce* en la agroindustria 86
4.2.3 Componentes del *e-commerce* 87
4.2.4 Requerimientos del *e-commerce* 89
4.2.5 Indicadores del *e-commerce* 90
4.3 Resultados 91
4.3.1 Propuesta de componentes de *e-commerce* 91
4.4 Metodología 95
4.4.1 Componentes de un *e-commerce* 97
4.4.2 Mercado 97
4.4.3 Portal web 97
4.4.4 Cadena logística 99
4.5 Discusión 100
4.6 Conclusión 108
Bibliografía

Capítulo 5. Modelo de negocio agrícola 4.0 115
5.1 Introducción 115
5.2 Contexto 117
5.3 Metodología 119
5.3.1 Integración de la cadena de suministro de vegetales: el caso de una cooperativa de trinidad en China (caso práctico) 121
5.3.2 Modelo de integración de la red de suministros 124
5.3.3 Beneficios de la aplicación del modelo para la gestión de la red de suministros 127

5.3.4 Beneficios por el mecanismo de cooperación en términos de economía, sociedad y medioambiente 128
5.3.5 Revisión de modelos de *supply chain* aplicados a cadenas productiva agroindustriales 129
5.3.6 Análisis de la red de suministros agroindustriales del Reino Unido 129
5.4 Resultados 130
5.5 Discusión 132
Bibliografía

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Conceptualización de los procesos productivos bajo la fabricación inteligente 6
Figura 2. Ejemplo de un sistema ciberfísico en la agricultura 7
Figura 3. Impresora de Chocolate 3D 13
Figura 4. Partes de una impresora de Chocolate 3D 14
Figura 5. Pareto sobre las incidencias en los procesos 15
Figura 6. Ejemplo punto de vista funcional de la arquitectura de la automatización del proceso de fermentación 17
Figura 7. Ejemplo punto de vista de implementación de un sistema IIOT para automatización del proceso de fermentación 20
Figura 8. Estrategias para fortalecer la viabilidad de proyectos agrícolas 21
Figura 9. Consideraciones en el punto de vista funcional 23
Figura 10. Fases necesarias en la implementación 25
Figura 11. Metodologías ágiles 26
Figura 12. Propuesta modelo guía 28

Capítulo 2

Figura 1. Red de suministro agroalimentaria 39
Figura 2. Valores de la normalización bajo la unidad 44

Capítulo 3

Figura 1. Cadena global de suministro 58
Figura 2. Necesidades del flujo de información del DSDA. 64
Figura 3. Estrategia 1: La asociatividad como fundamento integral en la recuperación de ingresos para productores agrícolas 65
Figura 4. Estrategia 2: Disminución o eliminación de los intermediarios 66
Figura 5. Centro de acopio local en el DSDA 67
Figura 6. Actores involucrados en el proceso de comercialización en el DSDA 68
Figura 7. Propuesta de la arquitectura de DSDA 69
Figura 8. Momentos del diseño de servicio - DSDA 70
Figura 9. Momento de información del agricultor hacia el Centro de acopio local - DSDA 70
Figura 10. Momento clasificación de la información del Centro de acopio local - DSDA 71
Figura 11. Planifica y distribuye del Centro de acopio local - DSDA 72
Figura 12. Recepción y almacenamiento en el Centro de acopio local - DSDA 72
Figura 13. Oferta del Centro de acopio local - DSDA 73
Figura 14. Planifica y distribuye del Centro de acopio local - DSDA 74
Figura 15. Pago del Centro de acopio local - DSDA 75
Figura 16. Estructura de la aplicación en el primer centro de acopio - CAL 76
Figura 17. Mockup del servicio para uso en dispositivos electrónicos 76

Capítulo 4

Figura 1. Niveles de experiencia de usuario en el diseño web 89
Figura 2. Arquitectura de construcción del servicio y la experiencia de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 101

Figura 3. Flujos de información para construir la Arquitectura de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 103
Figura 4. Requerimientos de experiencia de los actores involucrados para la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 105
Figura 5. Flujo de información de la experiencia en la aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos..... 107
Figura 6. Flujo A de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 109
Figura 7. Flujo B de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 110
Figura 8. Flujo C de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 111
Figura 9. Flujo C de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos 112

Capítulo 5

Figura 1. Representación esquemática del procedimiento de implementación del modelo..... 118
Figura 2. Ciclo de los aspectos a analizar para la implementación del proyecto..... 120
Figura 3. Red de suministro típica del sector agrícola en China..... 122
Figura 4. Representación de la red de suministro tradicional entre compañías y agricultores..... 123
Figura 5. Representación de la red de suministro estrecha entre compañías, cooperativas y agricultores..... 123
Figura 6. Representación de la red de suministro integrada entre compañías, cooperativa y agricultores 124
Figura 7. Proceso de préstamo para los miembros bajo la asistencia financiera externa de la cooperativa..... 126
Figura 8. La red de suministro típica 130
Figura 9. Esquema del enfoque sistémico del proyecto de asociatividad propuesto..... 131

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 1

Tabla 1. Detalle de los tipos de fabricación aditiva 9

Tabla 2. Casos prospectivos de la fabricación aditiva 10

Tabla 3. Parámetros variables en el proceso de fermentación 16

Tabla 4. Descripción de participantes 19

Tabla 5. Condiciones óptimas según variable de control 24

Capítulo 2

Tabla 1. Pesos de los factores de selección 46

Tabla 2. Resultados modelo de selección multicriterio 47

Tabla 3. Resultados del municipio Acacías 47

Tabla 4. Resultados del análisis de sensibilidad 48

Capítulo 4

Tabla 1. Componentes del *e-commerce* 88

Tabla 2. Documentos relevantes en el levantamiento de información 92

Capítulo 5

Tabla 1. Comparativo entre en antes y después de la aplicación del modelo de integración, en relación con la gestión de la red de suministros..... 127

Tabla 2. Comparativo entre en antes y después de la aplicación del modelo de integración, con relación a la gestión financiera..... 128

PRÓLOGO

El presente libro se basa en los resultados de investigación del proyecto Sistema logístico apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas.

El desarrollo de este proyecto de investigación pretende generar un sistema logístico que esté apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas, en el cual se logre integrar variables como las redes de valor, la económica colaborativa, el cuidado del medio ambiente, la innovación y la transformación digital.

Bajo esta perspectiva, y con el claro objetivo de diseñar un sistema logístico que esté apoyado en herramientas 4.0 para comercialización de productos agrícolas, se aborda el tema desde la óptica de los procesos logísticos de aprovisionamiento, producción, distribución, y cómo se engranan estos procesos con la arquitectura de la herramienta tecnológica, que facilite el acercamiento entre los productores y los consumidores de los productos agrícolas.

En la primera parte del libro se presenta una aproximación a la determinación de un modelo genérico de fabricación inteligente de productos agrícolas, aplicada a un producto como el cacao, donde se identifican los escenarios prospectivos de aplicabilidad de las soluciones da la industria 4.0 aplicables a proyectos de transformación tecnológica en el campo en entornos de redes de suministro.

La segunda parte aborda la temática del aprovisionamiento y, específicamente, se centra en la forma de seleccionar a los municipios en los que se puede aplicar el modelo, municipios que cuales se convertirán, en la red de suministro, en los nodos

abastecedores de los productos a comercializar. Se propone sea que dicha selección sea realizada a partir de la aplicación de una matriz multicriterio, la cual se basa en el análisis de diez variables relacionadas con (i) hechos de violencia reportados, (ii) distancia en kilómetros del centro de recolección, (iii) número de cultivos en el municipio, (iv) tamaño de la población, (v) cantidad de hectáreas cultivadas, (vi) rendimiento del cultivo expresado en toneladas por hectáreas, (vii) volumen de exportación de los productos cultivados, (viii) programas de financiamiento, (ix) infraestructura logística disponible en la región y (x) cantidad de asociaciones campesinas en la zona estudiada.

A partir de la pregunta problema: ¿cuál es el sistema logístico que mediante la utilización de herramientas tecnológicas apoya la comercialización de productos agrícolas? Se realiza la estructuración de una herramienta digital para la comercialización de productos agrícolas que permita la concreción de un circuito corto de distribución. Este último ha de reducir al máximo los intermediarios de la ecuación, tomando como caso de estudio los corredores logísticos de Bogotá y de Medellín.

El diseño de la herramienta se fundamenta en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) planteados por la Organización de las Naciones Unidas (2021). (i) Mejora de los ingresos de los campesinos (ODS 2), (ii) integración de las tecnologías de la información (ODS 9) y (iii) consolidación de comunidades sostenibles (ODS 12), identificando en este tres estrategias que permitan definir la estructura de la herramienta: (i) la asociatividad como elemento fundamental de recuperación de ingresos de las comunidades campesinas, (ii) la eliminación de intermediarios en la red de distribución y (iii) el incremento del intercambio de comercio electrónico.

Desde lo definido anteriormente y con la estructuración de la herramienta digital, se procede a la definición de la arquitectura de diseño de la experiencia de servicio por parte del consumidor, que está fundamentada en dos factores fundamentales. El comercio electrónico y la mejora de la competitividad en el mercado, para los que se toman como modelos referenciales el B2B (*business to business*) y el B2C (*business to consumer*), a fin de articular la página web y la red de suministro con el objetivo de garantizar la continuidad del flujo de información y de productos que faciliten su comercialización.

La arquitectura definida se fundamenta en la estructuración de cuatro niveles: (i) requerimientos técnicos para definir la tecnología necesaria, (ii) requerimiento del contenido de la herramienta, (iii) estructuración de los requerimientos de la arquitectura de la herramienta y (iv) requisitos de la navegación para facilitar el uso de esta. Posteriormente, se realiza el esquema de los flujos de la información que

dan cuenta de las necesidades por tener en cuenta para el diseño de la herramienta en el que se involucran los actores de la red:

- Agremiaciones agrícolas.
- Consumidores finales.
- Proveedores.
- Plataforma logística.

Por último, se hace una propuesta de modelo de negocio que esté fundamentada en la aplicación del concepto de *supply chain*, que facilite la integración tanto horizontal como vertical de los actores de la industria agroalimentaria. Esta última está basada en la búsqueda de la mejor forma de redistribuir la compartición de la generación de valor y de los riesgos asociados a la comercialización de los productos agrícolas. De forma que se logre un cambio en la relación de poder a partir de la utilización del concepto de *coordinación de la red*, que facilite y garantice el flujo de los productos y el agregado de valorarlos a sí mismos.

CAPÍTULO 1

MODELO GUÍA DE LA FABRICACIÓN INTELIGENTE APLICADA A LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS DE CACAO EN COLOMBIA

Jesús Abel Afanador Barajas[1]

1.1 Introducción

La producción agrícola colombiana está lejos de ser competitiva, y, entre las principales razones de ello, se encuentran la falta de comunicación de las áreas rurales y las urbanas, la ejecución de estrategias de exportación de productos agrícolas, la tecnificación del campo colombiano, el gran número de intermediarios en la cadena de suministros y la falta de valor agregado en los productos agrícolas en general. Un interés principal del presente trabajo de investigación, que pretende el diseño de un sistema logístico que esté apoyado en herramientas 4.0, es el de caracterizar las herramientas de la industria 4.0 que son aplicables en el contexto agrícola; en este capítulo se le da respuesta a ese primer objetivo específico del proyecto. Además de, como segundo objetivo, determinar el potencial del uso de herramientas de la industria 4.0 en la distribución y comercialización nacional e internacional de los productos agrícolas.

Se plantea aquí un modelo genérico de la fabricación inteligente que sea aplicada a la producción de productos de *cacao* en Colombia. Con este fin se caracterizaron las principales tendencias y escenarios prospectivos de la fabricación inteligente aplicada

1 Fundación Universitaria Compensar (jaafanadorb@unipanamericana.edu.co). Ingeniero Industrial y Maestro en Industria 4.0.

a la agricultura, se identificaron las principales variables y restricciones por considerar en la construcción del modelo para la aplicación de la fabricación inteligente a la producción de cacao en Colombia y se hizo la validación del modelo que se planteó según su aplicabilidad en el contexto del agrocolombiano. El resultado final fue un modelo guía, que, de manera general, permite identificar los escenarios prospectivos de aplicabilidad de las soluciones de la industria 4.0 en el campo colombiano y el mapeo de todos los factores, variables y restricciones necesarias para plantear y ejecutar proyecto de transformación tecnológica en el campo Colombia, para lo cual se tomó como ejemplo base la producción agrícola del cacao.

A nivel mundial, los pequeños agricultores, definidos normalmente según el tamaño de la explotación agrícola, generan entre el 70 % y el 80 % (FAO, 2014) de la comida de todo el mundo y forman parte considerable en la diversificación de la producción agrícola. Debido a esto, ellos representan un rol vital en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); en especial, contribuyen en los objetivos de 1) fin de la pobreza, 2) hambre cero, 8) trabajo decente y crecimiento económico, 10) reducción de las desigualdades, 11) ciudades y comunidades sostenibles, 12) producción y consumo responsable, 15) vida de ecosistemas terrestres y 17) alianzas para lograr los objetivos (ONU, 2021).

En general las pequeñas explotaciones agrícolas ocupan alrededor del 12 % del total de tierras agrícolas y constituyen el 84 % del total de explotaciones agrícolas (FAO, 2014). Por tanto, los pequeños productores y sus explotaciones agrícolas son muchos, ocupan poco espacio del total de tierras agrícolas y producen la gran mayoría de la comida en el mundo. Esto ayuda a enfocar los esfuerzos en generar nuevas estrategias para mejorar el contexto de los pequeños productores, para que se pueda impactar en gran medida sobre el contexto agrícola mundial (Ricciardi *et al*., 2018). También, un cambio en la forma de producción de estos agricultores, al ser el 84 %, desencadena un impacto enorme en el medioambiente, es decir, si se logra incluir en las iniciativas de integración prácticas de producción agrícola sostenibles, la reducción tanto de desechos producto de la agricultura como su impacto en la huella de carbono se reducirían, permitiendo producir comida a nivel mundial de forma más eficiente en consideración con el medioambiente.

Este modelo pretende ser una guía para los pequeños productores agrícolas en Colombia para la transformación de los sistemas de producción convencionales que son utilizados en la industria cacaotera. Este tipo de modelos de referencias generan una oportunidad estratégica de aumentar la competitividad de los productores agrícolas colombianos en los mercados internacionales y para que la generación de valor se traduzca en mejores condiciones para los pequeños productores. Según la consultora española IDOM, con una mayor producción, se tendrán exportaciones superiores a 34 000 toneladas para 2024 y 74 000 toneladas para 2032; la tasa de crecimiento anual compuesto será del 12 % entre 2018 y 2032. Para lograr este

crecimiento se deben posicionar a nivel local, regional e internacional los productos colombianos, también promover el consumo interno y fortalecer las Pymes del sector. Las iniciativas de mayor urgencia para el eje de fortalecimiento sectorial del sector están centradas en aumentar la calidad del cacao e impulsar la productividad de sus cultivos.

Según Colombia Productiva, entidad del Ministerio de comercio, se plantea la visión de que para el 2032 Colombia será líder en producción y venta de cacao y sus derivados en la región y se convertirá en una plataforma exportadora líder hacia regiones de alto potencial, generando así exportaciones por 783 millones de dólares norteamericanos y produciendo más de 40 000 empleos (Colombia Productiva, 2017). Esto se idea lograrse por medio de insumos a precios competitivos, del acceso a nuevos mercados y de la implementación de mejores prácticas productivas sostenibles e innovadoras. Ante estos retos son necesarias las iniciativas que ayuden a transformar los sistemas productivos y que brinden herramientas para mejorar la competitividad de la industria de cacao colombiana. Por tanto, este proyecto no solo resulta pertinente, según los planes estratégicos del país, sino que además busca una mejora sustancial para la industria.

Por otro lado, la red de suministros agrícolas en Colombia se encuentra plagada de intermediarios, que aumentan el precio del producto, sin generar valor a los productos. Además, la innovación en los procesos logísticos en Colombia está retrasada, lo cual se evidencia por el índice de competitividad logística del país (puesto 58 según el índice del Banco Mundial). Según el DANE en el 2016, la aplicación de la innovación en las diferentes unidades de producción agrícola (UPA) ha sido muy baja ya que solo el 5,2 % de ellas han promovido la utilización de tecnologías de la información y de la industria 4.0. Por tanto, se necesitan herramientas agiles que faciliten a los pequeños productores agrícolas ser más competitivos en función de la generación de valor.

1.2 Contexto

1.2.1 Contexto del sector del cacao colombiano

El 38 % (43 024 740 hectáreas) de las áreas rurales en Colombia están siendo utilizadas con fines agropecuarios y, de este porcentaje, el 19,7 % (8,5 millones ha) es de uso exclusivo agrícola, según el último censo nacional agropecuario del 2016. De estas 8,5 millones de hectáreas de uso agrícola, solo el 7,1 millones se emplea para el cultivo y el 14,6 % de ese total se destina a frutas, categoría en la que se encuentra el cacao. El 6,6 % de esta área cultivada corresponde al cacao, muy por debajo del 30 % que le corresponde al café. El área cultivada hasta el año 2020 es de 201 000 hectáreas. Colombia es principalmente conocida por la exportación de café y flores, sin embargo, con el liderazgo del Gobierno nacional, se busca la transformación de las actividades agrícolas para potencializar productos colombianos como el cacao.

Esto se debe, en parte, al posicionamiento que ha ido ganando el cacao colombiano a nivel internacional por su sabor y, por en parte, al aumento en el consumo de cacao finos y de aroma en todo el mundo.

La producción mundial del cacao fino y de aroma está entre el 6 y el 8 % del volumen total, franja en la que se encuentran principalmente productores latinoamericanos, destacándose Perú, Ecuador, Colombia y República Dominicana. Basándonos en el crecimiento del consumo de chocolate per cápita nivel global, el cual está cerca del 1,2 %, encontramos un escenario prospectivo en China e india debido a que tienen el mayor crecimiento a nivel global, del 4,6 % y el 6,7 % respectivamente (Colombia Productiva, 2017). Este escenario potencial para la exportación lleva consigo un reto para los productores colombianos, pues la gran mayoría (entre el 70 al 80 %) del mercado en estos destinos están siendo dominados por empresas multinacionales. Es por esto, que el productor de cacao colombiano debe incrementar el valor agregado sobre sus productos para representar una oferta atractiva y competitiva en estos dos mercados.

En cuanto a la producción anual en Colombia al año 2020, según la Federación Nacional de Cacaoteros Fedecacao (2021), fue de 63 416 toneladas, donde el principal departamento productor fue Santander con un 41 % de la producción (26 315 toneladas). En cuanto al área de cacao sembradas en Colombia se proyecta un crecimiento para el año 2032 que alcance las 262 000 hectáreas con una productividad cercana a los 900 kg por hectárea cosechada, lo cual, significa que se incrementará la productividad a nivel nacional crecerá a una tasa anual del 4,9 % aproximadamente entre 2020 y 2032, según los datos del estudio liderado por la empresa española IDOM (Colombia Productiva, 2017). Este crecimiento debe ir acompañado de las estrategias para la tecnificación de la cosecha y de los procesos de transformación del cacao en chocolate fino y de aroma. El mercado interno colombiano es responsable de un consumo de más de 3 kg per cápita, y las estrategias del Gobierno nacional se basan en aumentar el posicionamiento, promoción y fomento del producto colombiano, de derivados del cacao, para aumentar ese consumo interno per cápita y que se consuma principalmente productos de origen local.

Actualmente, Colombia exporta cerca de 20 000 toneladas al año de cacao cuyos principales destinos fueron España, México, Malasia, Holanda y Estonia con 22 %, 18 %, 15 %, 14 % y 14 % respectivamente (Colombia Productiva, 2017). Es importante poner estas cifras en contraste y decir que Colombia solo es responsable del 1,3 % de las exportaciones a nivel mundial, lo cual es muy poco frente a Ecuador que genera el 5,9 % o Costa de Marfil que lidera la producción con cerca del 43 % a nivel global (Colombia Productiva, 2017). Esto deja un largo camino por recorrer y donde primero debemos igualar la producción de países de la región como Ecuador y Brasil. También es importante analizar que, en términos de productividad según el uso del suelo, Colombia está muy por debajo de Ecuador, ya que ellos producen

casi cinco veces más con solo el doble de hectáreas de cultivo. Esto último, deja ver el atraso en el uso de buenas prácticas agropecuarias aplicadas al sector y en especial la necesidad de utilizar nuevas estrategias que ayuden a incrementar los niveles de productividad por área cultivada. Por último, según FEDECACAO (2021) en cuanto a importaciones Colombia importa más de una tercera parte de lo que exporta, lo cual implica que el posicionamiento y el fomento del consumo interno también es crucial analizarlo y determinar cómo ser competitivo tanto en el mercado interno y externo.

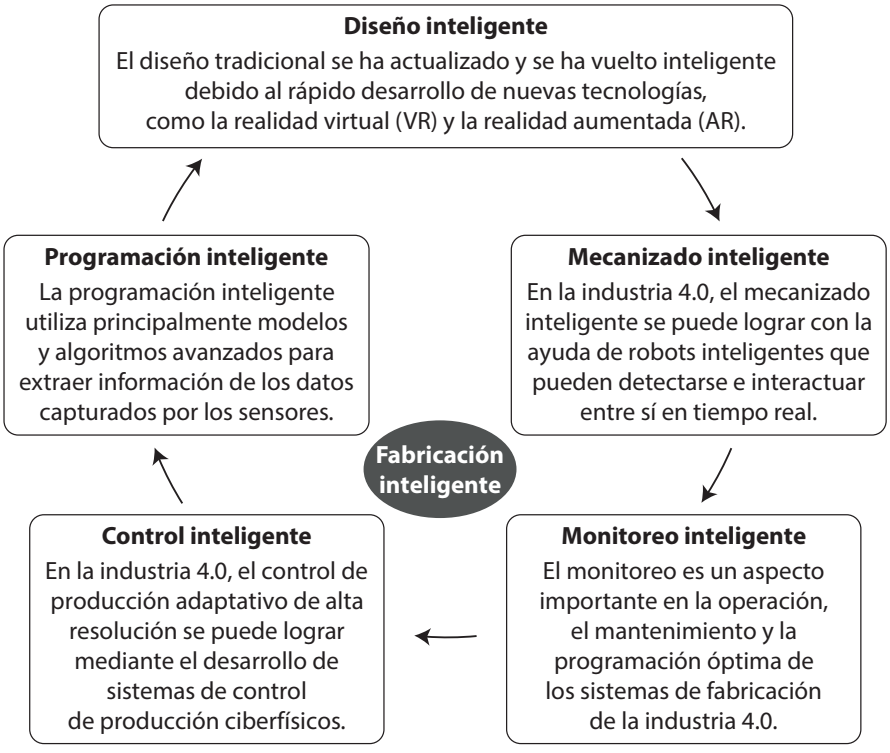
1.3 Estado del arte del panorama

1.3.1 Fabricación inteligente

La fabricación con cada una de las revoluciones hasta la actual ha evolucionado y se ha vuelto más automatizada, informatizada, sistematizada, interconectada y compleja. Cada vez más, y en especial dentro del marco de la industria 4.0 se usa el término de fabricación inteligente para describir la implementación de herramientas de estas cuatro revoluciones en los procesos de fabricación. Sin embargo, es importante tener claridad de la definición de este concepto y partir de los elementos de las definiciones de la fabricación tradicional, pasando por la fabricación avanzada hasta la fabricación inteligente. La primera etapa de la fabricación, encontramos sus orígenes a partir del año 4.000 a. C. la podemos caracterizar por su bajo volumen de producción y altos tiempos, también se centra en la figura del artesano como principal rol y sobre el cual se soportaba la calidad del producto y la diferenciación entre un producto u otro. En esta etapa la fuerza laboral se centraba en el trabajo manual o animal. En particular las técnicas de producción tenían un alto nivel de perfección logrado por años de tradición y desarrollo, aunque la complejidad de los sistemas para muchos productos fuera poca (Rozo-García, 2020). Posterior a esta etapa, producto de los avances tecnológicos y de la revolución industrial, aparece en el siglo XX la fabricación avanzada apoyada en las nuevas tecnologías de la época que hacen los procesos productivos más eficientes, automatizados y precisos en la producción a gran escala. En la etapa avanzada, se mejoran los procesos industriales utilizando sensores, líneas automatizadas, el internet y máquinas con un mayor control y parametrización. También, se caracteriza por la optimización de las etapas del diseño utilizando el diseño asistido por ordenador CAD. Todo este nuevo entorno de tecnologías llevó a la reducción de los tiempos de fabricación, reducción de los costos, la optimización de los procesos y la preocupación por la administración del recurso humano para mejorar la calidad de los procesos y su especialización (Zheng *et al.*, 2018). La logística y en especial la administración de la cadena de suministro, en esta etapa, empiezan a ser un aspecto crítico en la determinación de las capacidades de las organizaciones para llevar sus productos a diferentes mercados a nivel mundial.

Finalmente, llegamos a la fabricación inteligente, donde se profundiza el uso de las tecnologías de la información, sensores, actuadores y el internet de las cosas en función de producir productos con un mayor grado de personalización, pero garantizando una mayor accesibilidad y sencillez, aunque los sistemas productivos sean más complejos que antes. Por tanto, podemos definir la fabricación inteligente como la evolución de la fabricación avanzada por medio de la integración de los sistemas ciberfísicos y el internet de las cosas, en donde se le dará especial importancia a la recolección de información y procesamiento de esos altos volúmenes de información, la comunicación con los componentes de otros sistemas y con personas, la integración e interconexión de todos los eslabones de las cadenas de suministro, la aplicabilidad de nuevos materiales, la robótica y la mecatrónica avanzada (Kusiak, 2017). La fabricación inteligente tiene unos objetivos claves definidos como: aumentar la productividad, flexibilidad y customización de los procesos; Mejorar el rendimiento de los recurso y procesos mediante la supervisión, control, adquisición de datos y planeación de estos; incrementar la sostenibilidad de los procesos, sus componentes y materiales utilizados (Zheng *et al*., 2018). Por otro lado, según esta contextualización de los procesos productivos se puede incluir los conceptos de diseño inteligente, mecanizado inteligente, control y monitorización y la programación inteligente.

Figura 1. Conceptualización de los procesos productivos bajo la fabricación inteligente

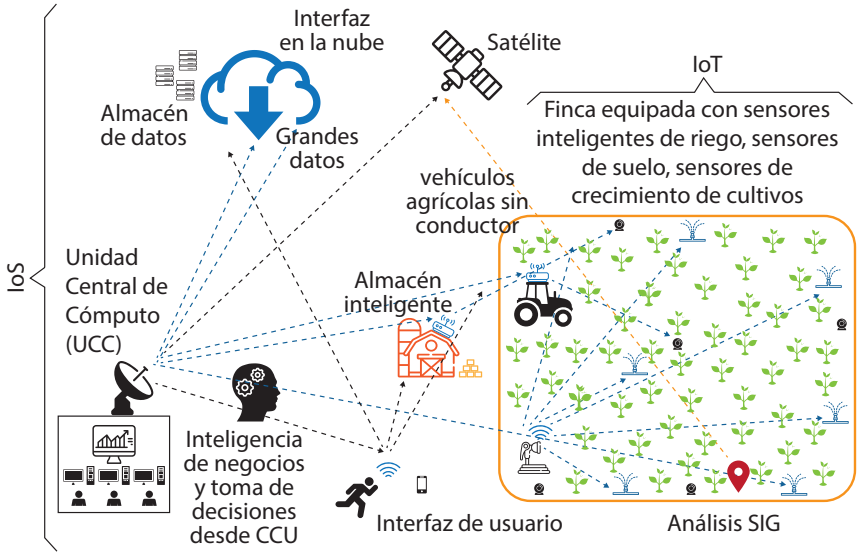


Fuente: Zheng *et al*. (2018).

1.3.2 Fabricación inteligente en la agricultura

Con el crecimiento acelerado de la población mundial, ha ido en aumento la demanda de productos agroalimentarios, esto ha puesto en alerta a los sistemas de producción agrícola en todo el mundo y en especial pone en marcha una carrera por aumentar la productividad, ya que los recursos naturales cada año son menos y la demanda sigue en aumento, sumado a esto están las restricciones de los ciclos productivos y las condiciones del entorno que dificultan los cultivos (Sharma *et al.*, 2021). La aplicación de tecnologías de la industria 4.0 como lo son los sistemas ciberfísicos y el internet de las cosas, generan altas expectativas sobre los sistemas productivos agrícolas que en la gran mayoría de los países apenas clasificarían como tecnificados. Adicional a la integración de los que sería la digitalización de las cadenas de suministro agrícola, también es necesario una gestión de las redes de valor como vehículo de innovación y transformación para aumentar la viabilidad de las estrategias.

Figura 2. Ejemplo de un sistema ciberfísico en la agricultura



Fuente: Sharma *et al.* (2021).

En esta imagen podemos ver cómo el internet de las cosas (IoT) y el internet de los servicios (IoS) son los integradores del sistema propuesto. Por ejemplo, el IoT en este caso utiliza los sensores dispuestos en el cultivo para capturar datos y luego estos datos se transmiten a la computadora central. Estos datos recopilados son almacenados con el objetivo de luego ser analizados para la toma de decisiones sobre el cultivo, en donde se pueden utilizar actuadores para regular las condiciones sobre el cultivo que mejoren la productividad. Este sistema ciberfísico también posibilita ver todas las fases del proceso por medio de los datos e incluso conectar a los vehículos y equipamiento por medio de sensores para conocer información

de su localización y por medio de un análisis GIS ejecutar acciones según el análisis de estos por medio de la computadora central (Sharma *et al*., 2021).

Otra utilidad de centralizar la información, almacenarla y analizarla es la de tomar decisiones sobre la gestión del aprovisionamiento de insumos y materiales necesarios para el proceso, además, de tomar decisiones administrativas de cuanto almacenar y vender para garantizar la máxima rotación de los inventarios tanto de producto terminado, como de producto parcialmente terminado y de las materias primas. Los productores también podrían acceder a los datos de los sistemas utilizando un interfaz de control a través de teléfonos inteligentes o una computadora para tomar decisiones de forma rápida sobre amplias hectáreas de cultivo, lo que le tomaría ajustar en todo un día de trabajo, puede tomarle solo unos segundo por medio de esta solución. Todo este panorama de los sistemas ciberfísicos representan muchas oportunidades potencialmente exitosas sobre la productividad agrícola, pero también puede representar un riesgo en la seguridad alimentarias ante una vulnerabilidad de ciberseguridad. Este nivel de integración del sistema y la automatización del proceso productivo representa un blanco fácil para un ataque cibernético que ponga en riesgo el cultivo e incluso se puede escalar a un riesgo para la sociedad. Por tanto, la ciberseguridad en las cadenas agrícolas es un tema delicado y cuyo éxito condiciona la seguridad pública y la viabilidad de estos sistemas aplicados en la agricultura.

1.3.3 Escenarios prospectivos de la fabricación aditiva

La fabricación aditiva es un método de fabricación en donde el material es depositado capa a capa de manera controlada para crear un producto a partir de un diseño digital. A continuación, se muestra una tabla con los diferentes tipos de fabricación aditiva con sus ventajas, desventajas y los materiales que se usan para cada una.

Tabla 1. Detalle de los tipos de fabricación aditiva

Tipos de FA	Ventajas	Desventajas	Materiales utilizados
Modelado por deposición fundida (FDM).	• El proceso de fabricación no requiere muchas etapas. • Los materiales son biodegradables	• De todas las tecnologías es la que tiene menor precisión en los detalles.	PLA, ABS, PETG, Nylon, ABS+
Estereolitografía (SLA)	• Mayor precisión en los detalles de la impresión	• El proceso de fabricación requiere de un mayor tratamiento de la resina además de ser corrosiva y tóxica	Resina fotosensible
Sinterización por láser selectiva (SLS)	• No requiere soportes para fabricar los componentes, usa materiales comunes de bajo costo, buena resistencia mecánica (Torreblanca Díaz, 2016).	• Mal acabado superficial respecto a otro tipo de fabricación convencional.	Polvos: Nailon 11 y 12, poliestireno, cerámicos, vidrio
Deposición directa de energía (LMD, EBAM):	• Puede reparar fácilmente piezas metálicas averiadas al imprimir sobre esta. • Puede trabajar con varios materiales.	• No tiene un acabado, al no tener buen control del material antes de ser fundido (HXX, 2015).	Polvos Metálicos: Titanio, acero inoxidable, aluminio.

Fuente: elaboración propia a partir de Torreblanca Díaz (2016) y HXX, (2015).

Tabla 2. Casos prospectivos de la fabricación aditiva

Casos prospectivos de la fabricación aditiva	Etapas de fabricación	Desventajas	Ventajas
Fabricación aditiva de *packaging* utilizando fibra de plátano.	La fibra de plátano se produce a partir de los desechos de los cultivos y que al mezclarse con diferentes matrices de tipo polímeros, metálicos y cerámicos, junto con refuerzos de vidrio, carbón y aramidas. Estas diferentes combinaciones proveen de propiedades mecánicas, aislantes y eléctricas que permiten proteger y aislar el producto de diversas condiciones externas (Pedraza Abril, 2019).	• Altos costos de producción en comparación con otros materiales y métodos de producción de envases, empaques y embalajes. • Bajos niveles de producción ante la gran demanda de estos productos.	• Reducción del impacto ambiental al remplazar el uso de materiales plásticos. • Flexibilidad en el cambio de diseño y el uso de diferentes formas que se adaptan a cada producto en específico. • Combinación de diferentes matrices poliméricas según las condiciones del producto a contener.
Fabricación aditiva aplicada la construcción de prótesis y órtesis para animales en situación de discapacidad.	El proceso de fabricación propuesto sigue las siguientes etapas: • Elegir medida molde • Aplicar desmoldante • Aplicar resina • Aplicar capas del material (PP o FC) • Desmoldar • Cortar y pulir	• Bajos niveles de producción.	• Fabricación de prótesis y ortesis personalizadas que se adapten de mejor a la fisionomía del animal. • Accesibilidad de prótesis y ortesis para animales de trabajo en zonas rurales. • Reducción del uso de materiales en la fabricación. • Reutilización de prótesis para construir nuevas.
Fabricación de muebles	Fabricación aditiva para elaboración de muebles usando termoplásticos en lugar de madera.	Costo alto debido al uso de impresoras de tamaño industrial.	• Reducción de costos debido una menor cantidad de etapas en la fabricación de un mueble. • Reducción de los residuos y mayor personalización en el mueble.
Fabricación de Puertas	Fabricación para elaboración de puertas usando termoplásticos en lugar de madera. Fabricación aditiva para impresión de puertas metálicas.	• Costo alto debido al. Uso de impresoras de tamaño industrial y que puedan imprimir elementos metálicos.	• Reducción de riesgo de accidente en el proceso de fabricación de puertas. • Menor dependencia de recursos naturales para fabricar una puerta.

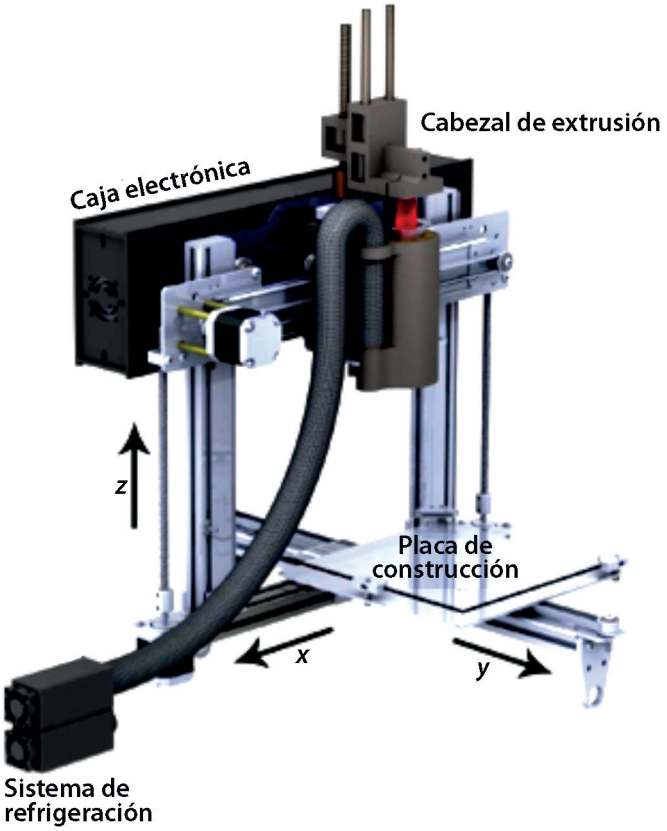
Casos prospectivos de la fabricación aditiva	Etapas de fabricación	Desventajas	Ventajas
Creación de lentes por medio de impresión 3D	Crear lentes por medio de impresión 3D cuya técnica consiste en crear lentes muy precisos usando gotas extremadamente pequeñas las cuales se imprimen rápidamente al lanzar muchas gotas al mismo tiempo (Luxexcel, 2020).	• La creación de lentes por medio de impresión 3D es muy costoso ya que se utilizan tecnologías muy sofisticadas.	• La producción es más rápida ya que nos saltamos las etapas de pulido o rectificado. • Genera menos costo porque deja muy poco o nada de residuo.
Creación y confección de ropa por medio de fabricación aditiva para diferentes uniformes. Por ejemplo, Bomberos, electricistas, etc.	La fabricación aditiva permitirá crear diferentes tipos de ropa con los materiales necesarios para brindar movilidad y atender las necesidades que el entorno demande al usuario (Contreras, 2020)	• Tiene poco impacto social ya que no supera en gran medida los métodos tradicionales	• Acelera la producción de las prendas • Mejora la personalización y diseño del producto. • Reduce el desperdicio de materia prima.
Fabricación aditiva de casas rurales en condición de difícil acceso con un compuesto de paja de arroz, tierra, cascarilla de arroz y cal hidráulica.	Se genera el diseño 3D Se prepara el terreno Se instala la impresora con la mezcla (25 % de tierra, 40 % de paja de arroz, 25 % de cáscara de arroz y 10 % de cal hidráulica). Se fabrica capa por capa la casa.	• Difícil aceptación del medio. • Capacitación constante del personal que opere las máquinas y el *software*.	• Reducción del costo debido al uso de materiales naturales de bajo costo y fácil acceso. • No produce desechos y no se necesita mucha agua para construir. • Una casa se puede fabricar en solo días.
Personalización de dulces utilizando la fabricación aditiva	Mediante una aplicación en la página web de la empresa de dulces. El usuario puede personalizar el producto (sabores, colores, relleno y formas). Para producirlo se usa una impresora 3D de chocolate.	• El costo es más alto respecto a la producción tradicional de un dulce.	• Elabora dulces personalizados en muy poco tiempo. • Impresión de fácil manejo, segura y libre de olores. • No produce desperdicios.

Fuente: elaboración a partir de Pedraza Abril (2019); Aikman *et al*. (2017); Luxexcel (2020); ShapeLab (2020); Contreras (2020), y Zimmerman *et al*. (2015).

Dentro de este análisis realizado, las posibilidades sobre cómo aplicar la fabricación aditiva en la industria del cacao y en específico en el contexto desarrollado en este documento. Lo primero es evaluar la facilidad y el potencial que tendría esta aplicación. De todas las posibilidades descritas en los casos prospectivos, los posibles resultados serian aplicarla en la fabricación de piezas y herramientas útiles para los procesos productivos, de cosecha y poscosecha. Esta posibilidad tiene una gran importancia debido a que las zonas rurales del país están muy alejadas de las zonas urbanas donde se pueden acceder fácilmente a repuestos, maquinaria y equipo especializado. Por tanto, esta aplicación lograría reducir los costos de adquisición al fabricarse directamente las piezas y herramientas necesarias en los procesos ya mencionados. La flexibilización adaptabilidad de nuevas herramientas fabricadas por medio de la fabricación aditiva también sería una posibilidad de impacto positivo, esto debido a la carencia en la tecnificación de los procesos productivos en Colombia y a las muchas variaciones que se pueden hacer a los procesos al mejorarlo con la inclusión de nuevas herramientas y dispositivos. Por ejemplo, un problema recurrente es el vaciado del de las mazorcas o vainas de cacao, en donde se deben romper para extraer la pulpa y hacer el proceso de selección del cacao según su madures, en este punto se pueden utilizar herramientas adaptadas al proceso o diseñarlas para garantizar que la pulpa sea procesada en las mejores condiciones y sin tener perdidas por mal manejo.

Esta es solo una de las opciones, también, se puede aplicar la fabricación aditiva al proceso de producción de chocolates finos y de aroma. Esta aplicación estaría enfocada en obtener chocolates con diversas formas y diseños, estrategia que no solo permitiría innovar en el mercado colombiano, también permitiría que los productores colombianos puedan ofrecer un producto con un mayor valor agregado que el que se ofrece actualmente. Esto se puede justificar en cómo Colombia importa más chocolates finos y de aroma que lo que exporta de cacao como materia prima. Razón por la cual la incorporación de esta tecnología o solución de la industria 4.0 contribuye a la generación de nuevas oportunidades para el campo colombiano. Al ser una tecnología relativamente nueva en el país es necesario involucra a diversos *stakeholders* como el MinTIC y al servicio nacional de aprendizaje SENA. El primer actor, con el fin de llevar esta tecnología y conexión a internet a los sitios más alejados y el segundo para utilizar la infraestructura ya instalada con la que cuenta el SENA en muchas regiones del país y su campus de innovación como catalizador de este tipo de iniciativas.

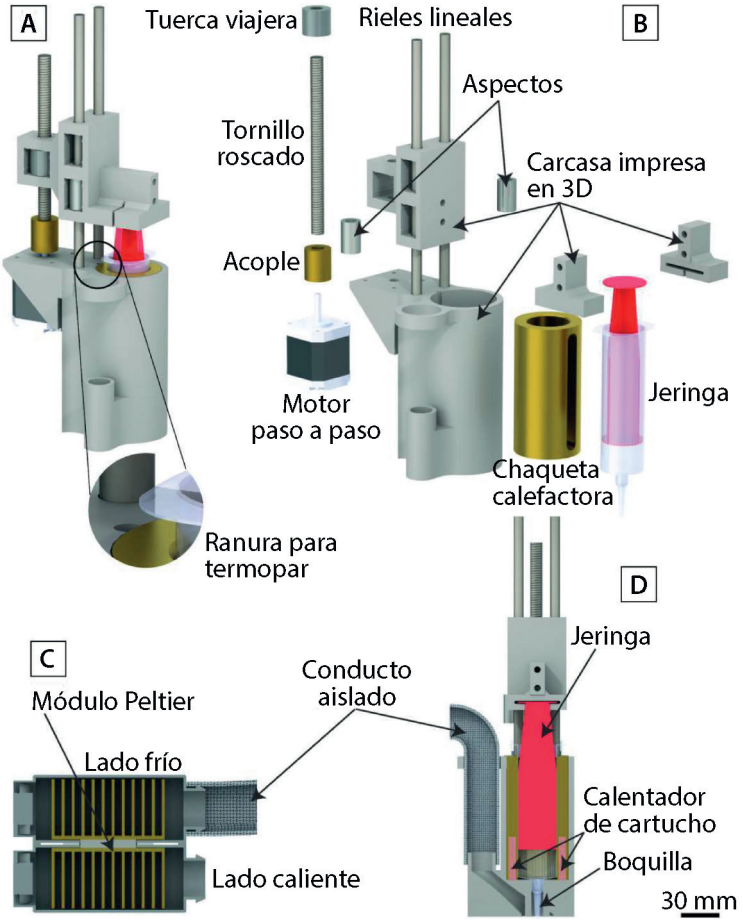
Figura 3. Impresora de Chocolate 3D



Fuente: Lanaro *et al*. (2017).

Las máquinas que se pueden utilizar con este propósito, se controla su movimiento numéricamente por computadora (CNC) en las direcciones X, Y y Z. Este diseño está basado en el proyecto RepRap (Jones *et al*., 2011), donde el sistema es un diseño de código abierto disponible comercialmente, lo cual democratiza su utilización y permite aplicarlo al contexto de estudio. Esta configuración utiliza de motores, correas, guía lineal, placa de montaje del extrusor y una plataforma de montaje de la placa de construcción como se puede ver en la figura 3. En esta máquina la regulación de la temperatura tiene mucha importancia, en especial por trabajar un material de impresión como el chocolate. Esto se ve en el mecanismo de enfriamiento que implica el uso de un ventilador con conductos y un dispositivo termoeléctrico. El chocolate se funde en la cámara de fusión y se extruye mediante el mecanismo de extrusión. En la siguiente figura se puede describir de mejor manera cada componente.

Figura 4. Partes de una impresora de Chocolate 3D



Fuente: Lanaro *et al*. (2017).

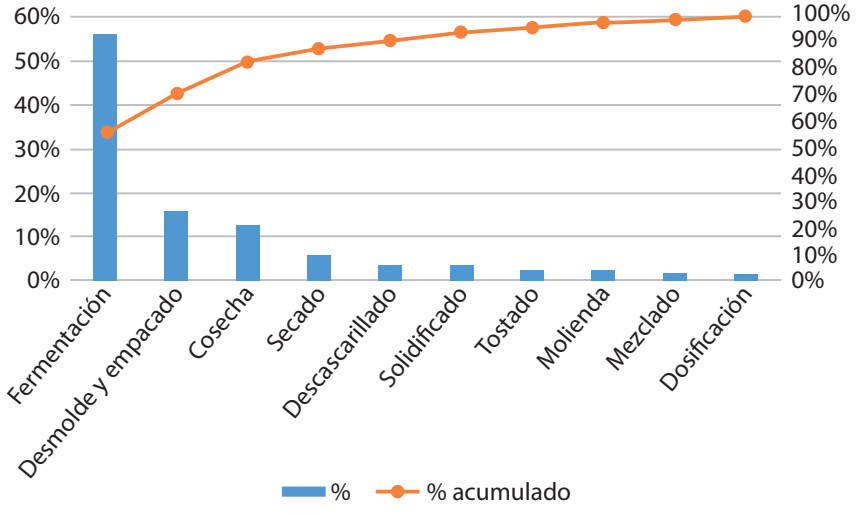
La descripción de las partes es la siguiente:

(A) Cabezal de impresión, ranura resaltada donde se coloca el termopar. (B) Vista despiezada del mecanismo de la extrusora de chocolate que muestra la jeringa, el alojamiento para la camisa calefactora de acero inoxidable, los cojinetes, la tuerca móvil, el acoplamiento, el motor y el depresor del émbolo roscado. (C) Diseño de enfriador de aire que consiste en un módulo Peltier situado entre dos disipadores de calor. Se empuja aire sobre los disipadores de calor, que luego se dirige a la extrusora de chocolate a través de un conducto aislado. El lado caliente del módulo Peltier se enfría con un disipador de calor y un ventilador, y el aire de escape se ventila a la atmósfera. (D) Vista en corte del cabezal de impresión, el conducto aislado se conecta a la carcasa donde un canal dirige el aire hacia el filamento de impresión, también se ve la ubicación de los cartuchos de calentamiento. Es importante resaltar que el diseño está basado en el proyecto RepRap (Jones *et al*., 2011).

1.3.4 Escenarios prospectivos sistemas IIOT

Dentro del contexto de la fabricación inteligente el uso de sensores y actuadores presenta una ventana de oportunidad ideal en su aplicación para mejorar el proceso productivo poscosecha del cacao. Entre las principales etapas del proceso de poscosecha, encontramos que las siguientes son las que presentan mayores incidencias dentro de la calidad final del producto. Las incidencias sobre los procesos se definen como un hecho o evento que afectó el proceso productivo y que está asociado al diseño o a la tecnología del proceso. Después de analizar cada uno de los procesos, se pudo determinar que los procesos sobre los cuales se debe centrar el proceso de innovación son: fermentación, desmolde y empacado y cosecha. En especial el proceso de fermentación representa un punto débil y vital dentro de la producción de cacao, esto debido a las condiciones de humedad, temperatura y pH que se necesita garantizar para obtener un producto con alta calidad y sabor.

Figura 5. Pareto sobre las incidencias en los procesos



Fuente: elaboración propia a partir de Pérez (2017).

Con el objetivo de garantizar esta condición ideal se optó incorporar un sistema de ventilación y humidificación en el cuarto de fermentación, el cual estará conectado con sensores de temperatura, humedad y PH por medio de un bróker para establecer la comunicación entre los sistemas y los sensores. Este bróker gestiona los sistemas, dependiendo de la información enviada por los sensores, para obtener las condiciones óptimas en el cuarto.

1.3.5 La arquitectura del ecosistema de automatización

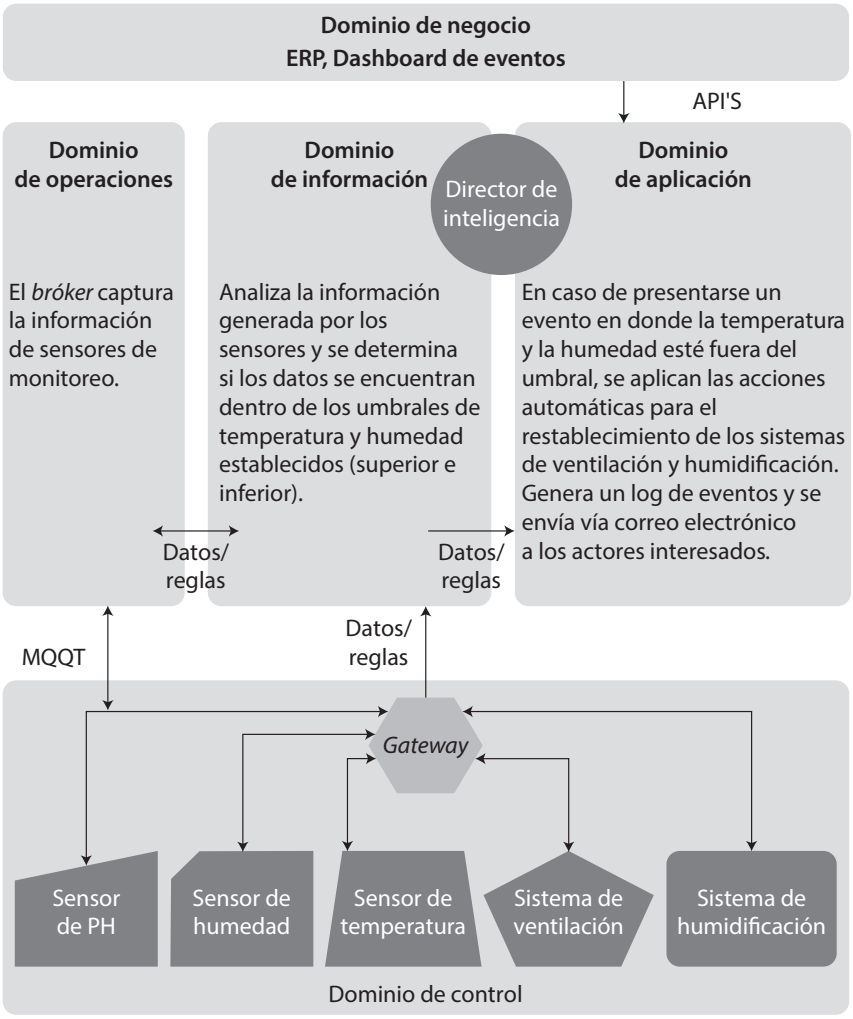
Para la fermentación se suelen utilizar diversos procesos de fermentación y dentro de los más comunes en Colombia son utilizan cajones de 75 cm de ancho, 75 cm de largo y 50 cm de alto donde se almacenan 200 kg de pulpa (Pérez, 2017). En la conversión en el proceso de fermentación de pulpa húmeda a seca hay una pérdida del 33 %. La fermentación durante este proceso hay un equilibrio entre la temperatura, pH, humedad y microorganismos con la producción de diversos compuestos químicos que descomponen el embrión del cacao para transformarlo en chocolate. La fermentación dura aproximadamente cinco días. A continuación, se describen las condiciones de temperatura, pH y humedad para garantizar que el proceso de fermentación de los mejores resultados.

Tabla 3. Parámetros variables en el proceso de fermentación

Variable	Día				
	1	2	3	4	5
ph	4,5	4,5	Entre 5 y 6	7	7
Temperatura	25 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C
Humedad	80 %	70 %	60 %	55 %	50 %

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez (2017).

Figura 6. Ejemplo punto de vista funcional de la arquitectura de la automatización del proceso de fermentación



Fuente: elaboración propia.

Este es el punto de partida en lo que sería el mantenimiento de esas condiciones por medio de sensores y actuadores. Mediante el sistema implementado para el control de la temperatura y humedad de los cuartos de fermentación se estima optimizar la calidad y estandarización del producto en función de las condiciones adecuadas para resaltar el sabor y las condiciones óptimas del cacao. Sin embargo, es necesario analizar la viabilidad económica del proceso para automatizar todo el proceso y reducir las incidencias de las otras partes del proceso. Este tipo de aplicaciones como estrategia para fortalecer el campo colombiano funciona en la medida en la que exista una conexión directa del campo con la ciudad y mientras se puedan

articular redes de valor e innovación que soporten este tipo de iniciativas. Por otro lado, es indiscutible la necesidad de adoptar completamente este tipo de tecnologías y complementarlas con otras herramientas como la fabricación inteligente. Solo de esta manera se puede abordar completamente el panorama y potencializar la comercialización de productos como el cacao en mercados internacionales.

1.4 Metodología

Este trabajo de investigación muestra el desarrollo de una guía para la implementación de la fabricación inteligente en la producción de productos de cacao en Colombia. Con este objetivo, primero se hace un reconocimiento de las tecnologías la industria 4.0 y de la fabricación inteligente las cuales representan un alto potencial de aplicabilidad para el contexto agrícola en Colombia. Además, a lo largo del desarrollo se contempla la necesidad de reducir el número de intermediarios en la red agrícola y volverla más esbelta. Esto se logra por medio de la consideración de soluciones como la fabricación aditiva en la producción de productos de chocolate con formas 3D variadas que permitirán generar mayor valor sobre el producto final. El trabajo investigativo está enmarcado en un proyecto de la Fundación Universitaria Compensar de Colombia titulado "Sistema logístico apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas".

1.4.1 Alcance y limitaciones

El proyecto de investigación se desarrolla principalmente en el contexto del campo colombiano y en específico en el marco de la producción de chocolate desde el procesamiento poscosecha de cacao hasta la elaboración de chocolate fino y de aromas. El proyecto pretende tener un enfoque metodológico investigativo a fin de generar un modelo guía que permita a los pequeños, medianos y grandes agricultores tener una base en la formulación e implementación de proyectos de fabricación inteligente, en donde, se contempla la utilización de dos tecnologías con alto potencial; la aplicación de sistemas IIOT para la automatización del proceso productivo poscosecha y la fabricación aditiva por medio de la elaboración de productos 3D en chocolate. El modelo planteado contempla como ejemplo y punto de referencias estas dos componentes, pero finalmente se plantea de manera general para poder ser integrado con cualquier otro tipo de proyecto de innovación que contemple tecnologías de la industria 4.0. Por otro lado, dentro de la construcción del modelo guía se tuvo en cuenta el contexto agrícola específico de Colombia, el marco normativo y las estrategias gubernamentales vigentes para potencializar el sector económico, un enfoque de generación de valor centrado en el cliente final, las etapas en la ejecución de proyectos de innovación de industria 4.0 y la reducción del número de intermediarios a lo largo de la cadena de suministro de productos agrícolas. Por último, el proyecto no se centra en una región o zona específica del país, pero sí pretende ser aplicable de manera general a lo largo del territorio colombiano.

1.4.2 Listado de participantes

Dentro de los principales integrantes podemos encontrar en resumen a los siguientes.

Tabla 4. Descripción de participantes

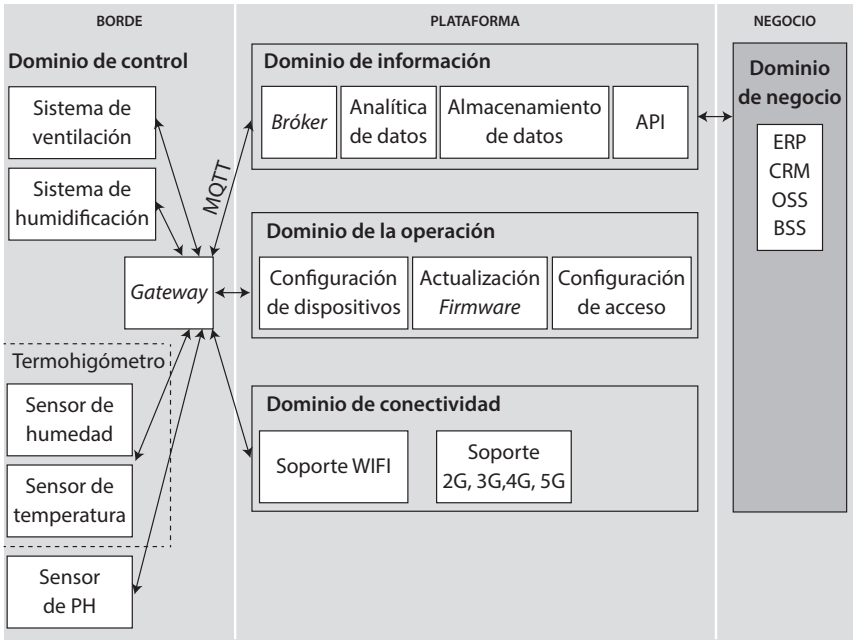
Tipo	Detalle	Beneficiarios
Generación de Conocimiento	El proyecto generará productos académicos e insumos para la formulación de proyectos desarrollo sostenible y de aplicación de la industria 4.0 en el campo colombiano.	Comunidad Académica y Agricultores en Colombia
Formación Investigativa	El proyecto extenderá beneficios a estudiantes y docentes con el objetivo de intercambiar conocimiento e ideas sobre escenarios prospectivos sobre la agricultura en Colombia y la inclusión de tecnologías de la industria 4.0	Comunidad académica
Impactos ambientales	Definición de proyectos productivos agrícolas de redes de valor que garanticen la sostenibilidad, el impacto social y cumplir con la misión de responsabilidad social como profesional con las regiones del país.	Universidad, empresas, instituciones y agremiaciones ambientales y sociedad en general
Económicos	Si bien el proyecto no genera ingresos, pretende incrementar el éxito de estrategias gubernamentales y proyectos agrícolas en todo el país.	Gobierno, empresas, agricultores colombianos y población en general.

Fuente: elaboración propia.

1.4.3 Tecnologías implicadas

Las tecnologías aplicadas como punto de partida para el modelo guía son principalmente dos, pero como se describe en el alcance y limitaciones, se plantea de manera general para dar la posibilidad a la inclusión de otras tecnologías según sea el caso del proyecto de innovación en industria 4.0. Estas dos tecnologías implicadas son los sistemas de internet de las cosas industriales (IIOT) y la fabricación aditiva aplicada a la impresión 3D de productos alimenticios.

Figura 7. Ejemplo punto de vista de implementación de un sistema IIOT para automatización del proceso de fermentación



Fuente: elaboración propia.

1.5 Resultados

Entre los aspectos más importantes sobre la situación actual de Colombia, y cuya raíz es el conflicto armado que lleva más de 50 años, figura la falta de oportunidades para la población campesina. Este panorama genera un círculo vicioso e impide que la nación solucione sus problemas de desigualdad social, ya que si no hay nadie en el campo no hay manera de hacer crecer la agroindustria, lo que aumenta los problemas demográficos en las ciudades conforme va creciendo el número de desplazados. Por lo tanto, es fundamental para la economía colombiana que se generen nuevas oportunidades para el campo y se promueva un comercio justo para el campesino.

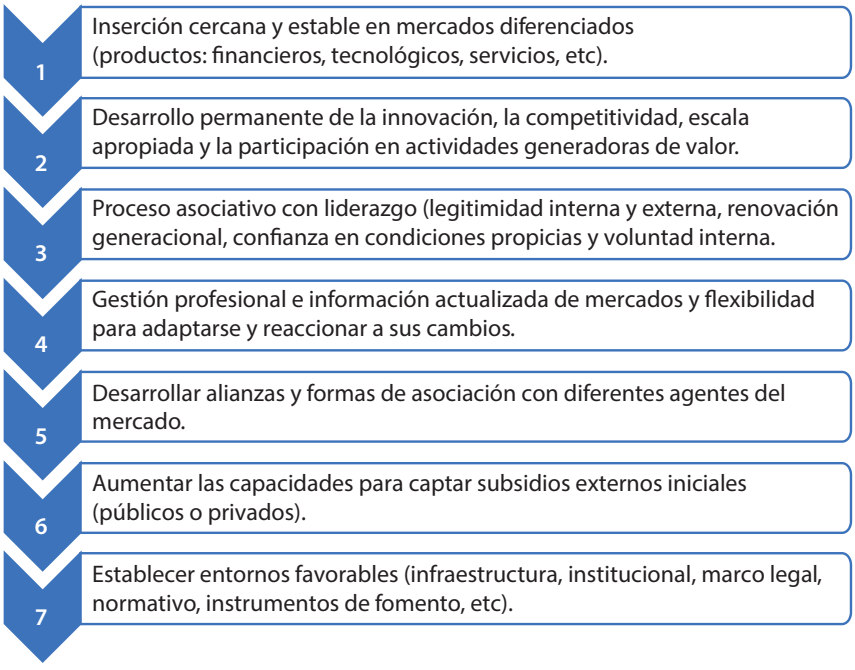
Para fortalecer la industria del campo colombiano y mejorar las condiciones de vida de los productores que habitan las zonas rurales del país, es necesario volver más "esbelta" la cadena de suministro de alimentos agropecuarios, lo que significaría la eliminación de los intermediarios que no le agregan valor al producto y cuya desaparición ayudaría a la comunicación directa entre el campo y la ciudad. Si se logra construir un mercado agrícola más justo con los pequeños productores, se estaría contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de vida de estas personas, pero para esto también es importante actualizar el campo colombiano por medio de herramientas de la industria 4.0. Con este objetivo, el presente proyecto busca como principal resultado del proyecto plantear una guía que sirva como base para

que los productores agrícolas puedan aplicar producción inteligente a sus modelos productivos actuales. Se parte del sector del cacao, pero se busca que se pueda aplicar de forma general a cualquier otro sector agrícola.

Además, se espera que esto generé nuevas oportunidades de trabajo para la población de las zonas rurales, e impulsaría a que las personas volvieran al campo; aspecto que, por otro lado, tiene gran importancia en el marco del proceso de paz que afronta el país en la actualidad y en el crecimiento de la agroindustria. Por lo tanto, este tipo de modelos o guías crea una base importante y un soporte para la creación de proyectos encaminados a la reducción del número de intermediarios, la actualización tecnológica, optimización d ellos procesos productivos y a la búsqueda de un mercado justo para los campesinos. Este tipo de ejercicios académicos aporta fuertemente al desarrollo de la ingeniería en función de un bien para la sociedad o en función de mejorar una situación para un grupo de personas; sin embargo, es importante enlazar este tipo de ejercicios académicos con proyectos encaminados a la intervención real para obtener impactos más tangibles y profundos, los cuales son la esencia y la razón de ser de los mismos.

Por último, siguiendo el análisis del contexto, se pudieron determinar las siguientes estrategias con base a las limitantes y variables para aumentar la probabilidad de cualquier propuesta de implementación de tecnologías de la industria 4.0 en la cadena agrícola en Colombia.

Figura 8. Estrategias para fortalecer la viabilidad de proyectos agrícolas



Fuente: elaboración propia.

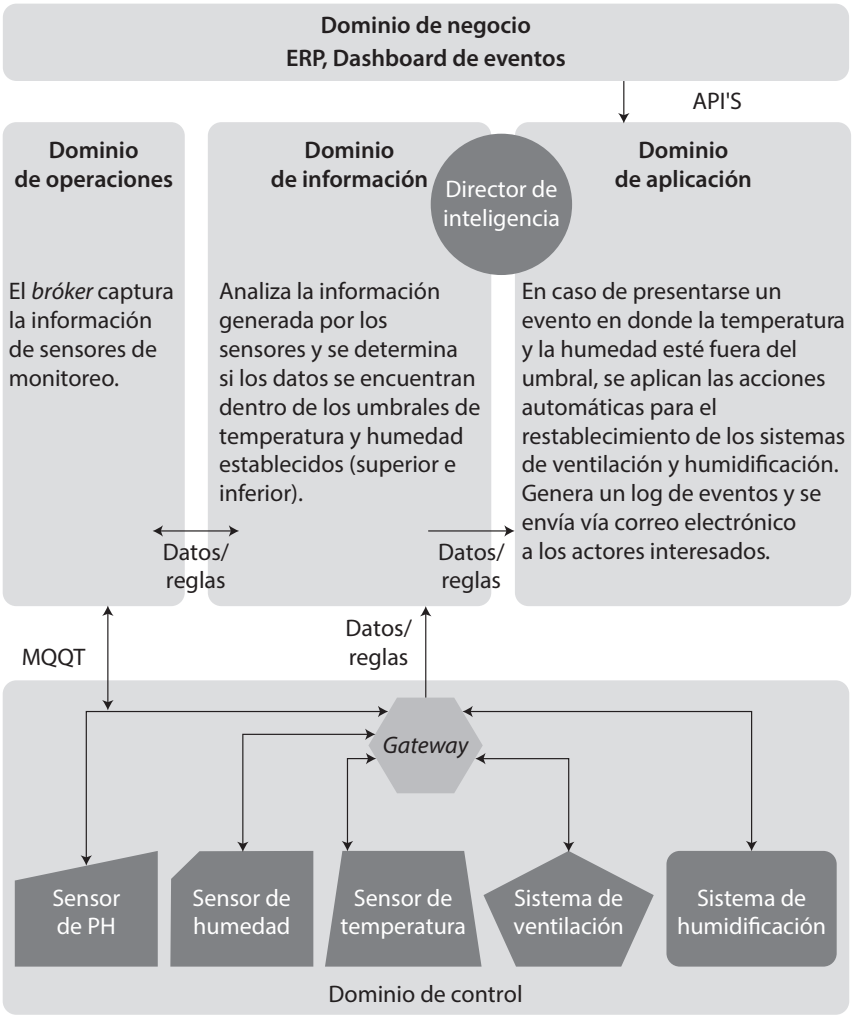
1.5.1 Variables asociadas al contexto tecnológico por considerar

En las consideraciones de las variables asociadas a la propuesta. Debemos tener presente cuales son las principales necesidades y restricciones en relación con las tecnologías. Con este objetivo, un primer paso es analizar de los escenarios prospectivos que variables o consideraciones debemos tener presentes para que se puedan implementar en el contexto de la producción de cacao. Empezaremos por estudiar el caso de la aplicación de soluciones IoT tomando como ejemplo a un pequeño productor de cacao en Barrancabermeja y de esta manera identificar la viabilidad de aplicación. A continuación, se hace una breve descripción de la empresa.

La empresa Cacao Bermejo EU, fue creada en el año 2010 con el objetivo de satisfacer las necesidades de cacao en el departamento de Santander Colombia y de la creciente demanda del producto en el extranjero. La empresa nace impulsada por medio de las iniciativas del departamento de Santander en el marco del proyecto "La Ruta del Cacao". La empresa de carácter unipersonal está ubicada en la zona rural de la ciudad de Barrancabermeja, Santander Colombia. En el Año 2010 inició como una empresa familiar en donde se pretendía cultivar cacao y cosechar para fabricar polvo y pasta de cacao. En la actualidad, cuenta con un total de 20 empleados y con un cultivo de aproximadamente 5 500 plantas en una extensión de ocho hectáreas. El proceso productivo de la empresa se realiza de manera tradicional y utilizando maquinaria como hornos para el proceso de tostado, una de máquina procesadora de granos para el descascarillado, molinos para el procesamiento del cacao en grano, una mezcladora en donde se mezcla el cacao en polvo con otros ingredientes y por último el cuarto frío donde después de dosificado y homogeneizado el cacao se solidifica para ser desmoldado y empacado según las presentaciones.

Partiendo de ejemplo se realiza un análisis desde el punto de vista funcional y después de analizar cada uno de los procesos productivos de la empresa, se pudo determinar que los procesos sobre los cuales se debe centrar el proceso de innovación son: fermentación, desmolde y empacado y cosecha. En especial el proceso de fermentación que representa un punto débil y vital dentro de la producción de cacao; debido a las condiciones de humedad, temperatura y pH que se necesita garantizar para obtener un producto con alta calidad y sabor. Estas condiciones son difíciles de controlar y actualmente se regulan de manera tradicional, en especial la temperatura la cual en la Ciudad de Barrancabermeja alcanza los 40 °C y una humedad del 80 %.

Figura 9. Consideraciones en el punto de vista funcional



Fuente: elaboración propia.

Para este punto de vista se han relacionado los intereses de los actores relevantes con respecto a la funcionalidad del sistema IoT para cada uno de los dominios descritos a continuación:

Dominio de control: aplica todo aquello relacionado con la acción de lectura realizada por los sensores para obtener las mediciones respecto a la temperatura y humedad. Mediante el Gateway se controlan los sistemas de humedad y ventilación.

Usualmente el espacio cerrado donde se procesan como máximo 2 000 kg de pulpa de cacao, para la fermentación se utilizan cajones de 75 cm de ancho, 75 cm de largo y 50 cm de alto donde se almacenan 200 kg de pulpa. En la conversión en

el proceso de fermentación de pulpa húmeda a seca hay una pérdida del 33 %. La fermentación durante este proceso hay un equilibrio entre la temperatura, pH, humedad y microorganismos con la producción de diversos compuestos químicos que descomponen el embrión del cacao para transformarlo en chocolate. La fermentación dura aproximadamente cinco días. A continuación, se describen las condiciones de temperatura, pH y humedad por día (Llerena, 2016).

Tabla 5. Condiciones óptimas según variable de control

Variable	Día				
	1	2	3	4	5
ph	4,5	4,5	Entre 5 y 6	7	7
Temperatura	25 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C
Humedad	80 %	70 %	60 %	55 %	50 %

Fuente: elaboración propia a partir de Llerena (2016).

Dominio de operaciones: para este dominio aplica todo lo que tiene que ver con el sistema bróker que mediante protocolo MQTT recibe la información de los sensores y la va almacenando en su base de datos, aquí también se tienen definidos los umbrales respecto a la humedad y temperatura adecuada que deben tener los cuartos de fermentación.

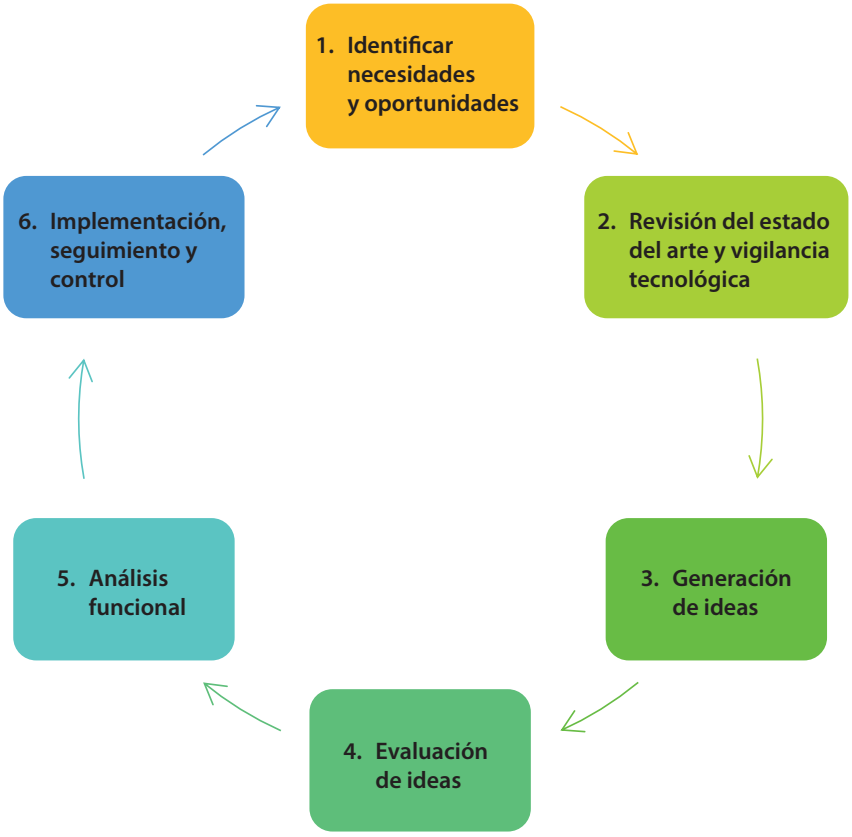
Dominio de información: aplica lo relacionado con el análisis de los datos obtenidos por los sensores y su relación con los umbrales definidos para el monitoreo de la humedad y temperatura de los cuartos de fermentación.

Dominio de aplicación: en este dominio se configuran las reglas en el sistema de información que facilita el monitoreo de la temperatura y humedad de los cuartos de fermentación y de acuerdo con los umbrales definidos para dicho monitoreo, si estos son superados o están en los límites inferiores aplica acciones automáticas que permitan regular la temperatura o humedad según aplique.

Dominio de negocio: en este dominio se incluyen las aplicaciones propias del negocio que para este caso el sistema de humedad y temperatura se integra mediante API con el sistema ERP y le provee la información de los eventos presentados. Desde el ERP realiza el análisis de tendencia de los eventos presentados para la toma de decisiones que conlleven al control de costos de producción, así como los procesos de calidad de producción del cacao, etc.

Todo lo anterior se puede resumir por medio del siguiente ciclo que se puede utilizar para la implementación de este tipo de soluciones, está planteado de manera general y dependiendo del contexto y el alcance del proyecto, se pueden incluir nuevas fases.

Figura 10. Fases necesarias en la implementación



Fuente: elaboración propia.

Identificar necesidades y oportunidades: con el objetivo de identificar las áreas o procesos de la empresa que son susceptibles de mejora, se debe recopilar información de cada uno de los procesos durante los últimos seis meses. En esta fase, se puede utilizar todo tipo metodologías de priorización y selección de problemas como la ley de Pareto u otras herramientas similares.

Revisión del estado del arte y vigilancia tecnológica: esta fase tiene como objetivo que se puedan identificar las posibles soluciones adaptables.

Generación de ideas: en esta fase del proceso de innovación se puede utilizar un *focus group* entre el jefe de producción, el técnico de producción, el director de mercadeo y otros actores relacionados. En este *focus group* se debe centrar en buscar cómo optimizar el proceso elegido, y por medio de una *brainstorming*, por ejemplo, identificar posibles soluciones según las restricciones técnicas, tecnológicas y de generación de valor.

Evaluación de ideas: fase de evaluación de la propuesta, se aconseja utilizar un mínimo de cinco criterios para determinar si la propuesta es viable; Viabilidad Técnica, Viabilidad Económica, Contribución al mejoramiento y eficiencia del proceso, Contribución a la calidad del servicio, Contribución al control de las instalaciones.

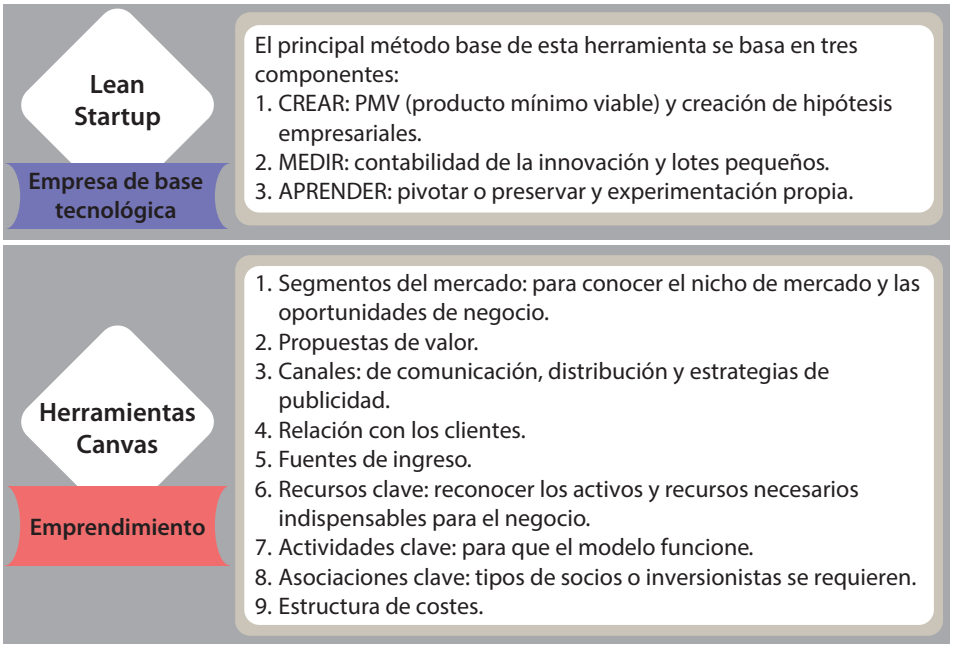
Análisis funcional: en este análisis se identifica el punto de vista del negocio, del uso, funcional y de implementación.

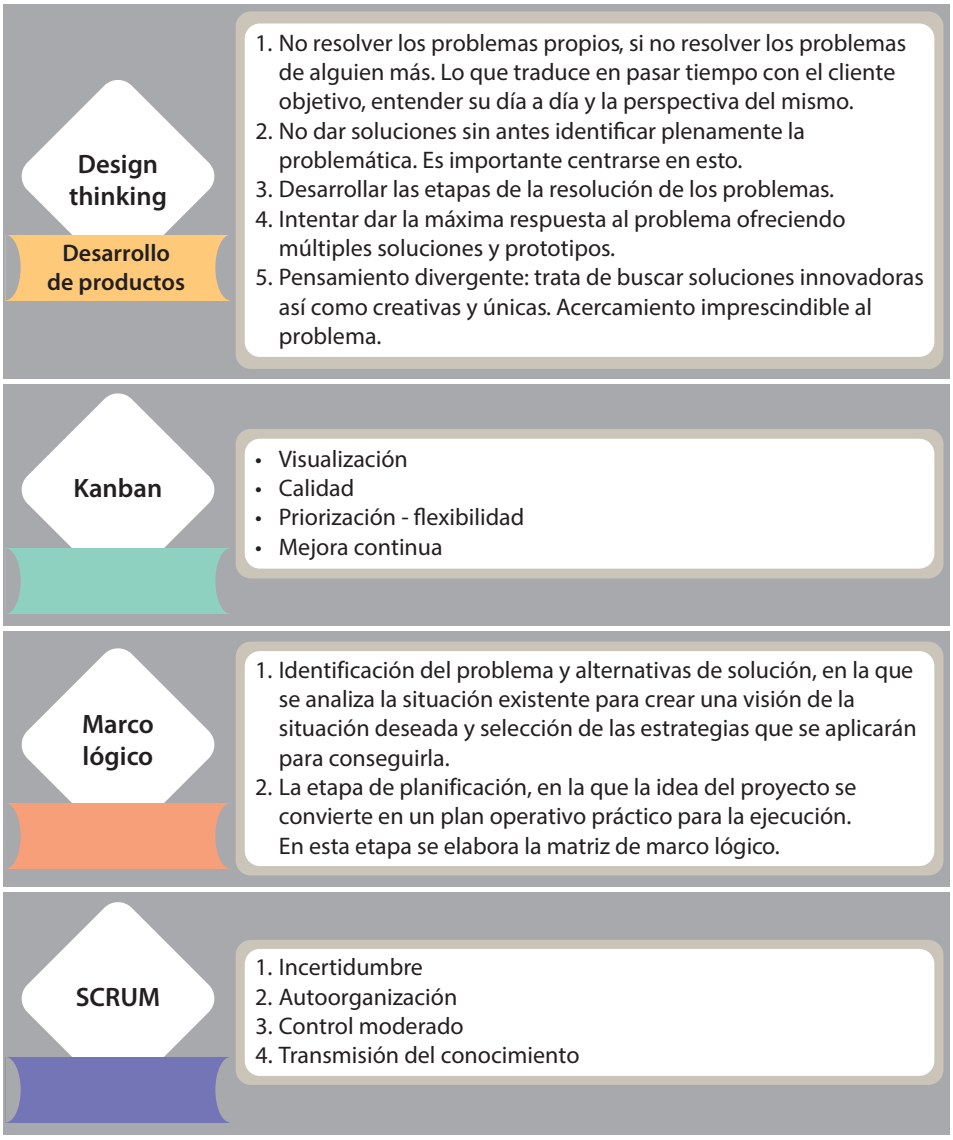
Implementación, seguimiento y control: para esta fase del proceso se debe estipular unos mecanismos de control e indicadores que faciliten el seguimiento. Además, se deben estipular reuniones periódicas para evaluar el avance en la construcción del ecosistema de automatización.

1.6 Discusión

En el proceso de la construcción de la propuesta se realizó una validación de metodologías agiles aplicadas a procesos de innovación, esto se realizó por medio de una revisión bibliográfica de las metodologías agiles más utilizada, identificando sus puntos fuertes y débiles. Estas se resumen en el siguiente cuadro.

Figura 11. Metodologías ágiles



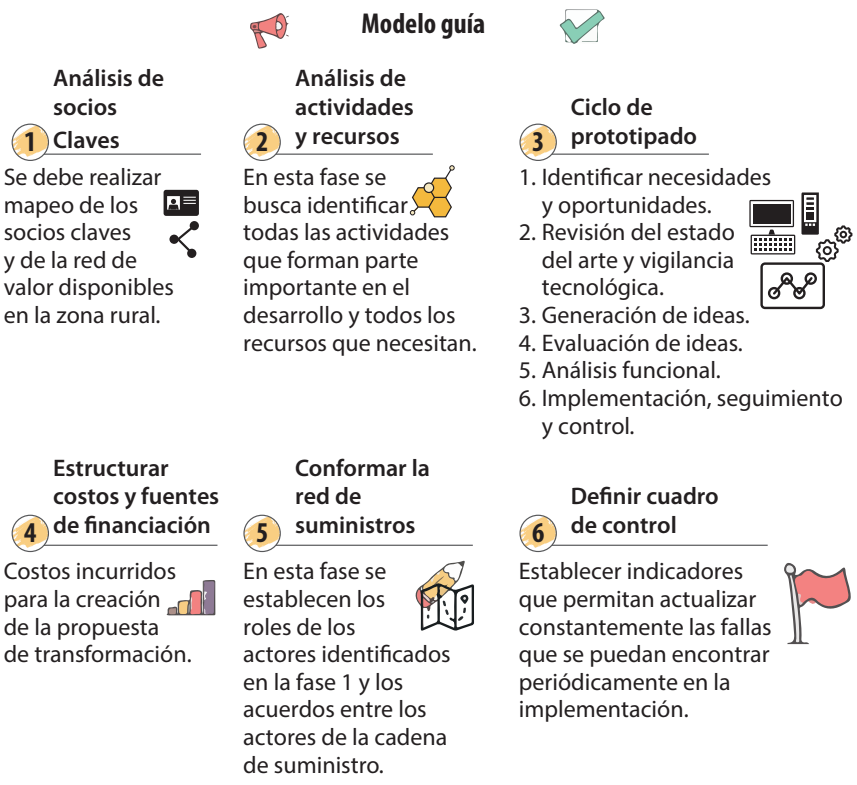


Fuente: elaboración propia a partir de Lundy *et al*. (2014); Council (2008), y Trigas (s. f.).

A partir de esta base de metodologías se construyó la propuesta guía de la fabricación inteligente aplicada a la producción de productos de cacao en Colombia. Como punto unificador tenemos a la generación de valor de cara al cliente final y esto funciona como criterio para definir lo que se debe incluir o no en la propuesta. También, se le da una gran importancia a los *stakeholders*, quienes en la propuesta funcionan como catalizadores en la viabilidad de esta, esto debido al panorama de falta de acceso a capital, tecnología y conocimiento característico de las zonas rurales en el país. La divulgación y concientización de la importancia de la innovación de

los procesos productivos en las zonas rurales es también una barrera por superar para poder incursionar en este tipo de soluciones tecnológicas y en la actualización del campo colombiano.

Figura 12. Propuesta modelo guía



Fuente: elaboración propia.

Fase 1. Análisis de Socios clave: visualizar los eslabones de la cadena, los actores clave y sus funciones, y los flujos de productos e información desde la producción hasta el consumidor final. Se podrá identificar lo siguiente: Actores directamente involucrados en la cadena y sus interconexiones, roles y funciones. Actores indirectos. Flujos de producto, información y efectivo. Análisis de otros mercados externos sustitutos.

Fase 2. Análisis de actividades y recursos clave: en esta fase se busca identificar todas las actividades que forman parte importante en el desarrollo y todos los recursos que necesitan los pequeños productores caracterizados como físicos, intelectuales, financieros o humanos. Estos recursos se necesitan para desarrollar la propuesta de valor y la transformación de los procesos productivos.

Fase 3. Ciclo de prototipado: en esta fase se Identificar necesidades y oportunidades, Revisión del estado del arte y vigilancia tecnológica, Generación de ideas Evaluación de ideas, Análisis funcional, Implementación, seguimiento y control.

Fase 4. Estructurar costos y fuentes de financiación: se describen los costos incurridos para la creación de la propuesta de transformación. Esos costos son fáciles de determinar una vez que se identifican los recursos y las actividades clave de la fase 2.

Fase 5. Conformar la red de suministros: en esta fase se establecen los roles de los actores identificados en la fase 1 y los acuerdos entre los actores de la cadena de suministro. En esta fase también se estableces el plan de capacitación interna para generar una cultura de innovación y para la adaptación a la transformación de los procesos.

Fase 6. Definir cuadro de control: para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de las propuestas de transformación en la producción agrícola, es necesario establecer indicadores que permitan actualizar constantemente las fallas que se puedan encontrar periódicamente en la implementación y, además, medir el nivel de avance de esta.

1.6.1 Validación del modelo

Para la validación del modelo propuesto se utilizó como estrategia un evento realizado por la Fundación Universitaria Compensar titulado "1er Encuentro Internacional de Tendencias Logísticas Sostenibles en la Generación de Valor", el cual fue realizado el día 26 de mayo del 2021. El objetivo de este encuentro es el de generar un espacio de participación y divulgación en investigación logística de redes de valor y, además, en la aplicación de tendencias de la industria 4.0 en las cadenas agrícolas colombianas. En este evento se logró presentar el modelo y adicional durante el conversatorio (ver cronograma del evento siguiente) se pudo discutir el modelo y dentro de los aportes se agregó el último paso de la propuesta. Este último paso busca satisfacer las preocupaciones sobre la sostenibilidad del modelo y de su autogestión sin la necesidad de un tercero. Este aspecto es relevante para garantizar que cualquier proceso de transformación se pueda mantener en el tiempo y pueda dar resultado a un proceso de mejora continua.

1.7 Conclusiones

La guía propuesta para el diseño de proyectos de transformación de procesos productivos agrícolas en Colombia facilita la implementación de iniciativas gubernamentales que ayuden a consolidar los productos colombianos en mercados internacionales. En el modelo, como quedó demostrado a lo largo del trabajo, necesita de la intervención de agentes externos que jueguen el papel de mediadores en la gestión de las iniciativas de transformación tecnológica. Este aspecto se ve reflejado y en el primer paso del modelo propuesto, donde además se identificó

características participativas de la red de suministro y de valor agroalimentaria en el éxito de la innovación.

Este tipo de propuestas deja ver la necesidad de volver más "esbelta" la cadena de suministro de alimentos agrícolas, lo que significa la eliminación de la gran cantidad de intermediarios que no le agregan valor al producto y ayuda a la comunicación directa entre el campo y la ciudad. Sin embargo, no se puede buscar una eliminación de agentes sin un plan de acción para enfrentar el reto que conlleva una cadena de suministros sin intermediarios. Como se ha podido analizar por medio del estudio del arte, para garantizar el éxito de un modelo sin intermediarios es necesario la intervención de un tercero que se encargue de afrontar el reto de gestionar la cadena de suministro o que al menos cree puentes de información y recursos para una mejor integración entre el productor y el cliente final. El mejor de los escenarios sería en el que los productores se apropien de la gestión y decidan unificar su oferta y recursos para ofrecer sus productos sin la necesidad de intermediarios, pero en este caso también es fundamental una capacitación que les permita ser competitivos en el mercado agrícola.

El modelo planteado da la oportunidad de integrar cualquier otra tecnología de la industria 4.0. Dentro de las posibilidades, la inclusión de soluciones aplicadas utilizando Big Data facilitarían el entendimiento del mercado cambiante y aumentar la cercanía con el cliente final de cara a la generación de valor. Este aspecto le da una visión más completa del modelo de negocio que ayude a alcanzar los objetivos de competitividad nacional que el país está buscando en específico con un producto como el cacao. Objetivos que se pueden alcanzar en la medida en la que los actores gubernamentales incluyan dentro de sus prioridades el aumento de la tecnificación del campo y el aumento de la comunicación entre las zonas rurales y urbanas del país.

BIBLIOGRAFÍA

Aikman, S., Powell, B., McGee, J., Godard, J. y Meile, A. (2017). Puppy Prosthetic; Custom 3D printed Dog Prosthetic [en línea]. *EDGE*. http://edge.rit.edu/edge/P17061/public/Customer%20Handoff%20and%20Final%20Project%20Documentation/MSD_Final_Paper_ver2_4_25_17.pdf

Colombia Productiva. (2017). *Evaluación y reformulación estratégica del Plan de Negocios del sector de chocolates, confites, chicles y sus materias primas* [No. 1]. IDOM consulting. https://docplayer.es/80210501-Evaluacion-y-reformulacion-estrategica-del-plan-de-negocios-del-sector-de-chocolates-confites-chicles-y-sus-materias-primas.html

Contreras, L. (2020, agosto 4). Las aplicaciones 3D en el mundo de la moda [en línea]. *3D Natives*. https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-en-la-moda-150620172/#

DANE. (2016). Uso, cobertura y tenencia del suelo. En DANE (Ed.), *3.er censo nacional agropecuario 2016. Hay campo para todos* (pp. 47-230). https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf

Euromonitor. (2020, julio). Chocolate Confectionery in China [en línea]. *Euromonitor International*. https://www.euromonitor.com/chocolate-confectionery-in-china/report

Federación Nacional de Cacaoteros [FEDECACAO]. (2021). Balanza [en línea]. *Página de estadísticas de la Federación Nacional de Cacaoteros*. https://www.fepcacao.com.co/balanza-2/

Graeub, B. E., Chappell, M. J., Wittman, H., Ledermann, S., Kerr, R. B. & Gemmill-Herren, B. (2016). The State of Family Farms in the World. World Development, 87, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012

Hewett, E. W. (2003). Perceptions of supply chain management for perishable horticultural crops: An introduction. *Acta Horticulturae, 604*. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.604.2

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, 4*, 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

HXX. (2015, marzo). Tecnologías de impresión 3D (VII): Deposición directa de energía [entrada de Blog]. *Blog de HXX*. https://web.archive.org/web/20190904155737/http://hxx.es/2015/03/01/tecnologias-de-impresion-3d-vii-deposicion-directa-de-energia/

Ito, K. (2013). Social capital and community function in depopulated areas. En H. Westlund & K. Kobayashi (Eds.), *Social Capital and Rural Development in the Knowledge* (pp. 125-155). Edward Elgar Publishing Limited. https://doi.org/10.4337/9781782540601.00013

Jones, R., Haufe, P., Sells, E., Iravani, P., Olliver, V., Palmer, C. & Bowyer, A. (2011). RepRap–the replicating rapid prototyper. *Robótica 29*(1), 177-191. https://doi.org/10.1017/S026357471000069X

Josling, T. (1977). Agricultural trade policies. *The Round Table, 67*. 277-284. https://doi.org/10.1080/00358537708453281

Kusiak, A. (2017). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research, 56*(1-2), 508-517. doi:10.1080/00207543.2017.1351644

Lanaro, M., Forrestal, D. P., Scheurer, S., Slinger, D. J., Liao, S., Powell, S. K. & Woodruff, M. A. (2017). 3D printing complex chocolate objects: Platform design, optimization and evaluation. *Journal of Food Engineering, 215*, 13-22. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.06.02

Li, Y., Westlund, H. & Liu, Y. (2019). Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. *Journal of Rural Studies*, *3*(3). https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.03.003

Llerena, W. F. T. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao*. Universidad Internacional de Andalucía.

Lundy, M., Amrein, A., Hurtado Bermúdez, J. J., Becx, G., Zamierowski, N., Rodríguez, F. y Mosquera Echeverry, E. E. (2014). *Metodología LINK: una guía participativa para modelos empresariales incluyentes con pequeños agricultores*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Luxexcel. (2020). Luxexcel's 3D printed prescription lenses for smart glasses - Luxexcel [en línea]. *Luxexcel*. https://www.luxexcel.com/

Matopoulos, A., Vlachopoulou, M., Folinas, D. & Manthou, V. (2004). Information architecture framework for agri-food networks. *Dynamics in Chains and Networks*. https://www.researchgate.net/publication/273590975_Information_architecture_framework_for_agri-food_networks

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). International Year of Family Farming 2014-Master Plan. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/iyff/docs/Final_Master_Plan_IYFF_2014_30-05.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2014). *The State of Food and Agriculture 2014: Innovation in Family Farming Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAO.

Organización de las Naciones Unidas. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Pedraza Abril, C. G. (2019). *Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de teja* [Trabajo de grado, Diseño Industrial]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama. http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2768

Pérez, M. Á. (2017). *Guía de buenas prácticas agrícolas de cosecha, fermentación y secado para la producción de cacaos especiales* [en línea]. SwissContact Colombia. https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/d/3/b/f/d3bfbb5a8d042f05cbf5533494e288f2c52800b8/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf

Ricciardi, V., Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Jarvis, L. y Chookolingo, B. (2018). How much of the world's food do smallholders produce? *Global Food Security, 17*, 64-72. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.05.002

Ríos, F., Ruiz, A., Lecaro, J. y Rehpani C. (2017). E*strategias país para la oferta de cacaos especiales-Políticas e iniciativas privadas exitosas en el Perú, Ecuador, Colombia y República Dominicana* [en línea]. Fundación Swisscontact Colombia.

Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías, 19*(2), 177-192. https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019

Rueda, J. (1999). El campo y la ciudad: Colombia, de país rural a país urbano. *Revista Credencial Historia, 119*. https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-119/el-campo-y-la-ciudad-colombia-de-pais-rural-pais-urbano

ShapeLab. (2020). *Shape Lab - Diseño y fabricación de productos personalizados para publicidad, eventos y decoración de interiores* [en línea]. https://shapelabsv.wordpress.com/

Sharma R., Parhi S. y Shishodia A. (2021) Industry 4.0 Applications in Agriculture: Cyber-Physical Agricultural Systems (CPASs). En V. Kalamkar y K. Monkova (Eds), *Advances in Mechanical Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 40-42). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3639-7_97

Torreblanca Díaz, D. (2016). Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos. *Iconofacto, 12*(18), 118-143. http://dx.doi.org/10.18566/iconofac.v12n18.a07

Trigás Gallego, M. (2012). *Metodología SCRUM* [en línea]. http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf

Zheng, P., Wang, H., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C. *et al*. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering, 13*(2), 137-150. http://dx.doi.org/10.1007/s11465-018-0499-5

Zimmerman, A., Walczyk, D., Crump, S. & Batchelder, S. (2015). USA Patente n.º US 9,215,882 B2.

CAPÍTULO 2

APLICACIÓN DE UN MODELO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES MULTICRITERIO PARA SELECCIONAR UN MUNICIPIO QUE SATISFAGA LAS NECESIDADES DE UN MODELO DE INTEGRACIÓN Y ASOCIATIVIDAD UTILIZANDO ANALÍTICA DE DATO: CASO MUNICIPIOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS DE VILLAVICENCIO

Jesús Abel Afanador Barajas[2]; Francisco Mariano Villalba Cruz[3]

2.1 Introducción

Dentro del contexto de la industria 4.0 aplicada a la comercialización de productos agrícolas, el análisis de grandes volúmenes de la información cobra vital importancia para la toma de decisiones y para el diseño de redes de suministro y aprovisionamiento. Adicional a esto, dentro del marco del proyecto de investigación de un sistema logístico apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas, uno de los objetivos específicos es el de caracterizar las herramientas de la industria 4.0 en el contexto agrícola, al cual con el presente capítulo no solo se documenta una de esas herramientas, también se hace una aplicación práctica para una región del país. Por tanto, en este capítulo se presenta el diseño un modelo de selección de proveedores multicriterio con el fin de identificar el municipio agrícola que mejor satisfaga los requerimientos y factores de selección en el diseño de un modelo de integración y asociatividad para pequeños productores agrícolas. Para el diseño del modelo, se tuvieron en cuenta 10 factores de selección

2 Fundación Universitaria Compensar (jaafanadorb@unipanamericana.edu.co). Ingeniero Industrial y Maestro en industria 4.0.

3 Docente Fundación Universitaria Compensar. Calle 32 # 17-30, fvillalba@unipanamericana.edu.co. Ingeniero Industrial con Maestría en gestión de redes de valor y logística, catedrático y analista certificado por ICSEA en *Supply Chain* Management.

con un enfoque sostenible, competitivo y productivo de las cadenas agrícolas del país. De la aplicación del modelo se obtuvo la selección del municipio de Acacías, el cual satisface de mejor manera todas las restricciones y maximizan tanto el impacto social del proyecto para el cual se necesita el proceso de selección y el éxito de este, en términos, de utilizar el mejor candidato para aplicar el modelo de integración.

Los procesos de evaluación y selección de proveedores deben estar enmarcados dentro de un proceso metodológico que permita mejorar la efectividad de los proveedores, en especial, aquellos proveedores frente a los cuales los insumos hacen parte del proceso de manufactura o elaboración del producto o prestación del servicio entendiéndose como los procesos misionales o también conocidos como los procesos que están de cara al cliente externo y, que en la mayoría de los escenarios hacen parte o están inmersos dentro de los procesos de la cadena de suministro. Dentro de los cuales se destacan los procesos de compras, almacén, producción, transporte y ventas. Este proceso de evaluación y selección de proveedores debe permitir mejorar otras variables internas de la organización que pueden impactar la satisfacción del cliente externo, entre estos, la calidad del producto durante el ciclo de vida de este. El análisis de evaluación de proveedores debe considerarse como un determinante de éxito para una debida gestión financiera de la organización, lo anterior, por medio del planteamiento de un modelo de proveedores agrupados y constituidos legamente frente a un escenario de proveedores con enfoque de empresarios con un propósito común en materia de desarrollo sostenible en el tiempo.

El método propuesto debe desarrollarse a partir de una metodología cuantitativa de optimización de los recursos empresariales y capacidades productivas, lo anterior, permitirá la construcción de un modelo de evaluación de proveedores con un alto grado de objetividad, sistemático, independiente y cuantitativo. Este está constituido en el marco de un proyecto de investigación que busca diseñar una estructura integrada para pequeños productores agrícolas en el departamento del Meta, la selección de un municipio adecuado es fundamental para aumenta las probabilidades de éxito de este. La definición del modelo se logra gracias a la materialización de una batería de indicadores enfocados en la aplicación de mejores prácticas en materia de productividad, sostenibilidad y competitividad para el desarrollo de las organizaciones y los territorios agrícolas de los municipios objeto de estudio.

La visión 2032 para Colombia define lo siguiente "En 2032 Colombia será uno de los tres países más competitivos de América Latina y tendrá un elevado nivel de ingreso por persona equivalente al de un país de ingresos medios altos, a través de una economía exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación, con un ambiente de negocios que incentive la inversión local y extranjera, propicie la convergencia regional, mejore las oportunidades de empleo formal, eleve la calidad de vida y reduzca sustancialmente los niveles de pobreza".

Lo anterior permite ratificar la importancia de fortalecer el concepto de enfoque territorial participativo, en el cual se reconozcan las ventajas de la asociatividad, la innovación por medio de la "generación de valor" como herramienta que permita a los pequeños productores rurales desarrollar y fortalecer su propio modelo de negocio, dentro del concepto de proveedor de calidad y enmarcado en un enfoque territorial participativo. Lo anterior, por medio de un modelo de construcción de variables de alta calidad para los procesos de selección y evaluación de proveedores utilizando la optimización multicriterio, para el caso de los municipios del Meta. Frente a los cuales se logró realizar un trabajo de campo en el cual se analizó, caracterizó y clasificó por 12 niveles o factores de selección; esta clasificación se construyó con el propósito de analizar las ventajas competitivas y comparativas de cada grupo de proveedores, los cuales se constituirían como los elementos claves y/o determinantes de éxito frente a modelo matemático de selección de proveedores.

De esta manera, el presente trabajo tiene como objetivo determinar un modelo de innovación en redes de valor en pequeñas unidades productoras agrícolas en el departamento del Meta, y en especial la determinación de una técnica matemática que permita la selección de un municipio que será el objeto de estudio para la implementación de un piloto del modelo asociativo seleccionado.

Se estableció el departamento del Meta como elemento de análisis ya que de acuerdo con las cifras de la encuesta nacional agropecuarias (ENA) 2016 del Departamento Nacional de Estadísticas (DANE), este es el que más hectáreas tiene disponibles para el uso son un total de 5 291 849 que representan el 11,2 % del total nacional, pero solo el 7,1 % de estas están siendo utilizadas para el cultivo de productos agrícolas y el 86.7 % se utiliza para el sector pecuario, con lo cual se puede determinar el potencial que se tiene para poder desarrollar modelos orientados a la industria agroalimentaria.

2.2 Contexto

La adopción de políticas agropecuarias tiene una serie de impactos en diversos aspectos de la economía, por ejemplo en el comercio internacional, ya que pueden incentivar o desalentar la producción local de alimentos, como consecuencia de la imposición o retiro de los aranceles, y por otro lado esta, según sea su directriz se enfocan se centran en la mejora de los ingresos a los agricultores a partir de mejorar el precio de los productos, o en la entrega de beneficios directos a los productores en forma de subsidios, pero el efecto de estas directrices beneficia a las explotaciones agrícolas de mayor tamaño, en detrimento de las más pequeñas (Josling, 1977).

Gran parte de los gobiernos a nivel mundial, centran el desarrollo de sus economías en temas relacionados con las cadenas agro industriales a partir de las medidas tomadas en función de este, que se resumen en un conjunto de normas y disposiciones que permiten influir en el comportamiento económico del sector agropecuario (Josling, 1977), las que se relacionan de manera directa con la seguridad alimentaria, que

se traduce en garantizar una oferta continua y de calidad de los alimentos para una población.

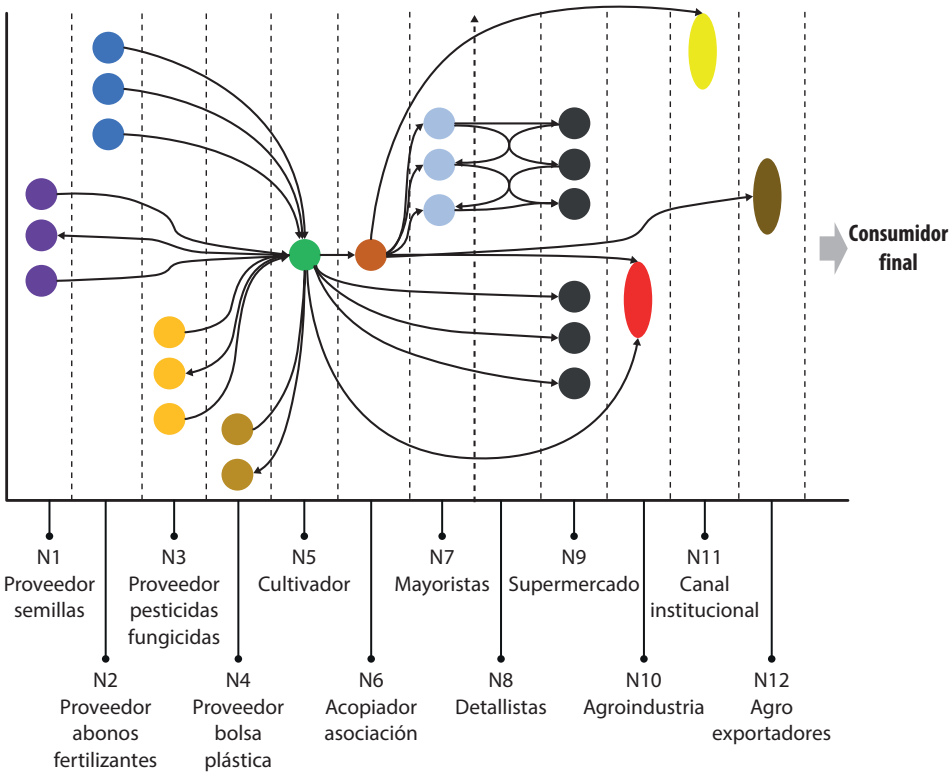
Pero la colocación de los productos en manos de la población involucra una serie de procesos que permitan asegurar la calidad e inocuidad de estos, la que no depende solamente del productor, sino que, por el contrario, en esta se ven involucrados todos los actores de la cadena agroindustrial que incluyen la producción, el procesamiento, el transporte, el almacenamiento, y la distribución y comercialización de frutas y verduras (Hewett, 2003).

Esto conlleva a que a fin de garantizar la inocuidad y el suministro de este tipo de productos se deba configurar una red de suministros agroalimentaria, que típicamente está conformada por diferentes actores, que al ser vista desde su totalidad es compleja, debido al gran número de interacciones que se dan entre ellos (Matopoulos *et al*., 2004), y gracias a la diversidad de objetivos en cada uno de los miembros de la red hace que sea más difícil la colaboración entre los mismos.

Una estructura típica de la red agroalimentaria es:

- Proveedores de semillas (nivel 1).
- Proveedores de abonos y fertilizantes (nivel 2).
- Proveedores de pesticidas y fungicidas (nivel 3).
- Proveedores de bolsas plásticas (nivel 4).
- Cultivadores (nivel 5).
- Acopiadores y/o Asociaciones (nivel 6).
- Mayoristas (nivel 7).
- Detallistas (nivel 8).
- Supermercados (nivel 9).
- Agroindustria (nivel 10).
- Canal Institucional (nivel 11).
- Agroexportadores (nivel 12).

Figura 1. Red de suministro agroalimentaria



Fuente: elaboración propia.

Adoptar estas tendencias conlleva a que se deban ejercer una serie de actividades de gestión, en busca de una integración vertical entre los diferentes actores de la red que se manifiesten en generar una mayor eficiencia del conjunto, y así lograr aumentar la rentabilidad de todos los miembros de la red (Ricks *et al.*, 2000), a partir de lograr generar relaciones colaborativas, cooperativas, coordinadas, comunicadas, comprometidas y coherentes, que se manifiesten a partir de entender a la logística como un tema estratégico generador de ventajas competitivas y comparativas (Bowersox *et al.*, 2002).

La aplicación de este concepto al sector agrícola deriva en el término cadenas de suministro agroalimentarias (*agrifood supply chain*), que se puede definir como el buscar relaciones entre los actores que conforman la red, en busca de una equidad en la distribución de los ingresos, por medio de una adecuada administración del flujo de los productos agropecuarios a lo largo de la cadena de valor (Tapia, 2013).

Si este tema es analizado a nivel del país, se encuentra que las dificultades son aún mayores toda vez que por un lado las políticas económicas se han centrado en el desarrollo urbano, dejando de lado el sector rural, y a su vez este se ha visto

inmerso en un conflicto armado por décadas (DNP, 2015), por esta razón una de las principales necesidades detectadas por el Gobierno nacional es poder fomentar un enfoque territorial participativo, en el cual se reconozcan las ventajas de la asociatividad como herramienta que permita ver a los habitantes rurales como eje de su propio desarrollo.

Esta visión tiene como objetivos fundamentales (i) superar la dicotomía entre lo rural y urbano, para ser vista esta relación como un tándem que permita el aumento dela competitividad de la industria agrícola a partir de generar sinergias con las ciudades, (ii) promover la creación de organizaciones locales asociativas que involucren a los pequeños productores agrícolas que les permita tener un desarrollo sostenible tanto en lo social, económico y ambiental, (iii) generar estrategias de inclusión productiva que busque la integración de la agricultura familiar con las empresas agroindustriales (DNP, 2015).

Se puede definir los pequeños productores agrícolas o pequeños agricultores como: a una forma de organización de agricultura que incluye el cultivo, la cría, la ganadería, la silvicultura y la pesca artesanal, la cual es practicada por familias de uno o más hogares que usan principalmente la fuerza laboral del núcleo familiar y de la que se derivan gran parte de su sustento, utilizando para esto extensiones de tierra de menos de dos hectáreas. Además, se habla de que las explotaciones agrícolas y las familias desarrollan una relación simbiótica en la que coevolucionan por medio de funciones económicas, sociales, culturales y ambientales (FAO, 2015).

El impacto que tienen estos núcleos productivos es grande, ya que se estima que en el mundo los pequeños agricultores producen cerca del 80 % de la comida de todo el mundo (Kaloxylos *et al*., 2014), y de igual manera estos influyen en el nivel de exportación de productos agrícolas, siempre y cuando estos estén asociados, lo cual garantiza su permanencia en términos económicos.

En el país uno de los aspectos negativos para las redes de suministro agroalimentario es la forma de embudo que esta tiene, ya que de muchos productores se llega a un bajo número de minoristas, lo cual conlleva a uno de los mayores problemas del medio, la cual radica al que al ser baja la cantidad de minoristas, estos son quienes regulan los precios de compra debido a que ellos mismos manipulan las condiciones del mercado (oferta y demanda) (Ramírez Castañeda *et al*., 2021).

El término asociatividad, se puede entender como la cooperación voluntaria de varias unidades productivas, que su esencia es perseguir un mismo objetivo en común, el cual se logra a partir de establecer acuerdos entre los actores de la red, que deriven en estrategias de integración que pretendan unir esfuerzos y crear sinergias que garanticen la supervivencia, crecimiento e ingresos a nuevos mercados (Barratt y Oliveira, 2001).

Por ese motivo, los modelos asociativos tienen una especial relevancia en dichas redes, ya que por medio de estas se puede fortalecer la red de producción a partir de cambiar la estructura de la red de distribución (Alarcón Villamil, 2015), que trae como consecuencia que estas redes sean más competitivas y capaces de ser sostenibles desde el punto de vista económico, procurando incrementar su participación en mercados nacionales e internacionales (Porter, 1998).

2.3 Metodología

Para la investigación se utilizaron fuentes secundarias con metodología estadística descriptiva. Desde el tipo estadístico descriptivo la investigación pretende identificar el municipio del departamento del Meta que posea diferentes cualidades dentro del sector agrícola, las cuales se componen por diez ítems. Se tomó la investigación descriptiva con enfoque cuantitativo, con el fin de clasificar y ordenar los indicadores utilizados para su consolidación y, de esta manera, identificar el perfil del municipio de Acacías-Meta en el sector agrícola.

El diseño de la investigación se realizó por medio de una matriz multicriterio en la que se analizaron y evaluaron diez variables, entre las cuales se consideraron las siguientes:

1. Hechos de violencia reportados

Esta es una variable cuantitativa discreta y su objetivo es evaluar el número de hechos de violencia presentados en cada uno de los municipios desde el año 1984 hasta el 2018. La unidad de medida de la variable es el número de casos reportados por cada uno de los municipios del departamento.

2. Distancia en kilómetros (Km) del municipio a la ciudad de Villavicencio

Esta es una variable de tipo cualitativo y discreta que pretende establecer cuál es la distancia medida en kilómetros que separa al municipio y la ciudad de Villavicencio, de forma que se pueda evaluar la red de distribución, los costos de operación del transporte y la ubicación de los nodos conectores de la red.

Esta variable debe contemplar las diferentes vías que se puedan recorrer para ir desde el municipio hasta la ciudad de Villavicencio.

3. Número de los cultivos por municipio

Esta variable es de tipo cuantitativo y discreta. Con ella se pretende establecer el comportamiento de las variaciones del número de cultivos presentados desde el año 1984 al 2018, y así poder efectuar un análisis cualitativo de cuáles son los cultivos más importantes en la región del Meta. La unidad de medida de estas variables es número de cultivos por año, por tipo y por municipio.

4. Tamaño de la población

La variable es de tipo cuantitativo, discreta y pretende establecer la cantidad de población que será impactada por el proyecto en cada municipio. Para ello, esta información debe ser recolectada dividiéndola en dos tipos, la ubicada en el casco urbano municipal y la población rural, y efectuando la totalización de la población de cada municipio.

5. Cantidad de hectáreas cultivadas

Esta variable también es de tipo cuantitativa, discreta y permite conocer cuál es la cantidad de hectáreas cultivadas por cada municipio desde el año 1995 al 2018, de forma que se pueda evaluar el comportamiento comparativo de cada uno de los años para cada municipio y establecer los cultivos que se han trabajado durante el rango de años analizados en los diferentes municipios del Meta.

Esta información debe presentarse de manera desconsolidada por cada uno de los diferentes tipos de cultivo que se han trabajado en cada uno de los municipios. Así mismo, debe ser totalizada por las hectáreas cultivadas para cada municipio analizado.

6. Rendimiento Cantidad de toneladas producidas

Variable de tipo cuantitativo y discreto que pretende establecer la cantidad de toneladas producidas por cada uno de los cultivos manejados en cada municipio desde el año 1995 hasta el 2018. Al ser cruzada con la anterior variable (cantidad de hectáreas cultivadas), permite calcular la productividad de cada cultivo al realizar el cálculo de las toneladas producidas por hectárea cultivada.

Esta información debe presentarse de manera desconsolidada por los diferentes tipos de cultivo que se han trabajado en cada uno de los municipios y totalizada por las toneladas producidas por cada municipio analizado.

7. Volumen de exportaciones de Colombia al mundo por país (TRADEMAP - SIEX DIAN)

Esta variable es de tipo cuantitativo y discreta y permite establecer cuál es el destino de los diferentes productos cultivados en el país con el fin de establecer el potencial exportador de los diferentes cultivos que se han manejado tradicionalmente en el departamento por cada municipio.

Esta información deberá ser presentada a partir de la consolidación de los diferentes tipos de productos que se han cultivado en el departamento, aclarando para cada uno de ellos cuál ha sido el volumen en toneladas que ha exportado el país para los últimos cinco años.

8. Programas de financiamiento

Variable cualitativa nominal que establece la facilidad de acceso que se tiene para cada municipio a los diferentes tipos de crédito a los campesinos, evaluando la cantidad de créditos asignados a cada uno de los municipios analizados en el estudio.

9. Inversión en infraestructura y capacitación

Variable cualitativa discreta que establece la cantidad de inversión expresada en unidades monetarias. Ha sido realizada por el Gobierno (Alcaldías, Gobernación y/o Gobierno central) en cada uno de los municipios analizados, en lo posible esta información debe estar discriminada por año para poder efectuar un análisis comparativo en los diferentes periodos de tiempo.

10. Número de asociaciones y/o cooperativas por municipio.

Variable cuantitativa, discreta que permite establecer la cantidad de asociaciones y/o cooperativas que existen en cada uno de los municipios objeto de estudio, con el fin de poder cuantificar el grado de trabajo colaborativo en cada uno de los mismos. La información debe entregarse de manera consolidada por cada municipio, especificando la cantidad de cooperativas y la de asociaciones por cada uno de ellos.

Para la recolección y verificación de la información se utilizaron fuentes secundarias que aportaron a la investigación diferentes datos cuantitativos en cada una de las variables diseñadas, las técnicas utilizadas fueron instrumentos de informes gubernamentales de entidades como: gobernación, DANE, gestión municipal, Agronet, entre otros, como también investigaciones culminadas e investigaciones en curso.

2.4 Resultados

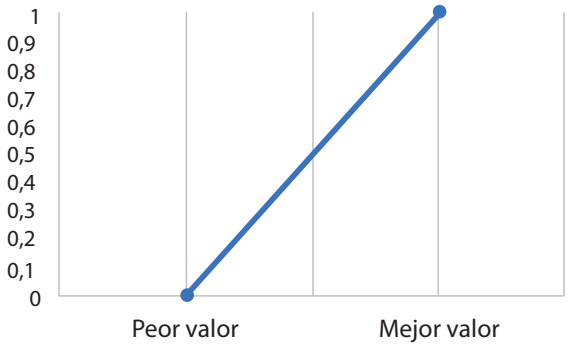
En este apartado se muestra el modelo de selección multicriterio de proveedores. Con el objetivo de poder analizar los diferentes factores de selección es necesario utilizar una herramienta que nos permita establecer una sola dimensión como punto de comparación. A continuación, se explica al detalle este proceso de normalización.

2.4.1 Normalización bajo la unidad

La normalización bajo la unida es una herramienta que permite trabajar con variables que están expresadas en diferentes unidades y trabajarlas a todas bajo una misma escala sin unidades que va de 0 a 1. En esta escala se suele dar o expresar los valores de las unidades más favorables para el objetivo de análisis u optimización el valor de 1 y 0 a aquellos valores que expresan el peor de los casos. Por ejemplo, si se busca seleccionar un municipio para un proyecto lo ideal es seleccionar un municipio con un alto número de habitantes para obtener más impacto, en este caso, al municipio con mayor población se le asignaría el valor de 1 y al de menor el valor de 0. Sin embargo, hay valores que no son lo mejor ni lo peor, por tanto, no se les puede asignar

1 o 0, en estos casos, es necesario hacer una interpolación para encontrar los valores entre 0 y 1 según el desempeño de la variable y su cercanía con el mejor de los casos.

Figura 2. Valores de la normalización bajo la unidad



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica anterior, se puede ver que al mejor valor de la variable x según el contexto de estudio asigno 1 y al peor valor 0, en los valores intermedios asigno valores entre uno y cero según su cercanía con el mejor valor o el peor. Para encontrar estos valores se utiliza la siguiente formula que surge a partir de la interpolación según dos puntos.

$$\text{Punto 1} = (x, y) = (\text{Peor valor “mín } x\text{”}, 0)$$

$$\text{Punto 2} = (x, y) = (\text{Mejor valor “máx } x\text{”}, 1)$$

$$m = \frac{(1 - 0)}{\text{Máx}(x) - \text{Mín}(x)} \text{ donde } m \text{ es la pendiente de la recta}$$

Si se utiliza el punto 1 para encontrar la ecuación de la recta, se obtiene lo siguiente:

$$Y - 0 = m * (X - \text{Mín}(x))$$

Remplazando la ecuación de la pendiente en la ecuación de la recta se llega a la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{X - \text{Mín}(x)}{\text{Máx}(x) - \text{Mín}(x)}$$

En el caso que el valor deseado o lo mejor no es el máximo en la escala de la variable que se quiere normalizar bajo la unidad, se utiliza la siguiente corrección a la ecuación anterior.

$$Y = 1 - \left(\frac{X - \text{Mín}(x)}{\text{Máx}(x) - \text{Mín}(x)} \right)$$

Conjuntos

i Conjunto de proveedores a seleccionar, de tamaño 1 hasta *n*.

Este conjunto está determinado por la base de proveedores y hace referencia a cada uno de los proveedores que están disponibles para seleccionar.

j Conjunto de criterios de selección de los proveedores, de tamaño 1 hasta *m*.

Parámetros

***F*(*i*, *j*)**

Factor de selección (*j*) normalizado del proveedor (*i*).

$$\text{donde, } F(i,j) = \frac{F'^{(i,j)} - \text{Mín}(j)}{\text{Máx}(j) - \text{Mín}(j)} \forall (i,j)$$

***RF*(*j*)**

Restricción asociada al factor de selección (*j*) normalizado.

$$\text{donde, } RF(i,j) = \frac{\text{Restricción}(j) - \text{Mín}(j)}{\text{Máx}(j) - \text{Mín}(j)} \forall (i,j)$$

***W*(*j*)**

Peso del factor de Selección (*j*)

Variables

***X*(*i*)** Variable binaria que toma el valor de 1 si se selecciona al proveedor (*j*), 0 de lo contrario.

Z Variable asociada a la función objetivo.

Restricciones

1. Número de proveedores que se quiere seleccionar:

$$\sum_{i=1}^{n} X(i) = N \, \forall (i)$$

Donde (*N*) es el número de proveedores a seleccionar y toma valores desde 1 hasta *n*.

2. Restricciones asociadas a los factores de selección.

$$F(i,j) * X(i) \geqslant RF(j) * X(i) \; \forall (i,j)$$

Esta restricción está enfocada en identificar cualquier otro tipo de restricción que pueda utilizarse en el modelo de selección, por ejemplo, años de experiencia en el mercado.

Función objetivo

$$\text{Máx}(Z) = \sum_{i}^{n} \sum_{j}^{11} ((X(i) * F(i,j) * W(j))$$

2.5 Discusión

Antes de correr el modelo y poder seleccionar el municipio que mejor cumpla todas las restricciones, es importante definir la combinación de los pesos de cada uno de los factores de selección. Este proceso es fundamental para el modelo porque le da valides a los factores de selección y enfoca el modelo según los requerimientos reales del problema o contexto de estudio. Para realizar esta configuración de los pesos se debe: 1. realizar una lista descendente desde el factor que se considere más importante hasta el de menor importancia; 2. Agrupar los factores ya ordenados en grupos de importancia similar con el fin de establecer un peso similar por grupo; 3. Asignar los pesos a cada uno de los factores, considerando la restricción de que la suma de los pesos debe ser igual a 100 %. Al terminar de establecer estos pesos, el modelo de selección multicriterio formular y solucionar en algún tipo de *software* de optimización lineal. Entre las principales opciones se encuentra: GAMS (GAMS Development Corp, 2019); Arena Simulation (Rockwell Automation, 2019) y Solver (Frontline Systems, 2019).

La combinación resultante en el caso de estudio fue la siguiente:

Tabla 1. Pesos de los factores de selección

Factor de selección	Peso del factor
Hechos de violencia Reportados	12,00 %
Distancia en km del municipio a Villavicencio	5,00 %
Número cultivos	12,00 %
Tamaño de la población	10,00 %
Tamaño de Ha de los cultivos	20,00 %
Rendimiento de los cultivos	15,00 %
Nivel de Exportación	8,00 %
Número de Programas de financiamiento en el municipio	5,00 %
Inversión en infraestructura, equipos y capacitación	5,00 %
Número de asociaciones o corporaciones	8,00 %

Fuente: elaboración propia.

Con la configuración de los pesos de la tabla anterior, se formuló el modelo y los resultados obtenidos por municipio fueron los siguientes:

Tabla 2. Resultados modelo de selección multicriterio

Municipio	Acacías	Barranca de Upía	Cabuyaro	Castilla La Nueva	Cubarral	Cumaral	El Calvario	El Castillo	El Dorado
Total	56,3 %	15,6 %	15,7 %	15,3 %	24,6 %	23,4 %	23,7 %	16,9 %	23,2 %
Municipio	Fuente de Oro	Granada	Guamal	Lejanías	Mapiripán	Mesetas	Puerto Concordia	Puerto Gaitán	Puerto Lleras
Total	27,6 %	54,8 %	27,8 %	23,5 %	8,1 %	14,0 %	8,1 %	24,3 %	24,5 %
Municipio	Puerto López	Puerto Rico	Restrepo	San Carlos de Guaroa	San Juan de Arama	San Juanito	San Martín	Uribe	Vista Hermosa
Total	36,3 %	6,9 %	18,0 %	20,7 %	22,3 %	13,3 %	29,6 %	22,7 %	35,1 %

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, el municipio que debe ser seleccionado es Acacías con un porcentaje final del 56,2 %, una segunda opción sería el municipio de Granada con 54,8 % y por último el municipio de Puerto López con 36,3 %. En el caso de que en el modelo de selección se hubiera estipulado que serían tres los seleccionados, lo que corresponde al valor de N, estos tres municipios mencionados serían los seleccionados. Al analizar los datos del municipio Acacías, se puede ver que es el municipio con la mayor población del departamento del Meta después de Villavicencio, está ubicado cerca de Villavicencio, tiene un alto rendimiento de los cultivos, el mayor número de programas de financiamiento del Gobierno, mayor número de asociaciones y corporaciones e inversión en infraestructura, equipos y capacitación.

Tabla 3. Resultados del municipio Acacías

Factor de selección	Acacías
Hechos de violencia Reportados	12 %
Distancia en km del municipio a Villavicencio	97 %
Número cultivos	41 %
Tamaño de la población	100 %
Tamaño de Ha de los cultivos	1 %
Rendimiento de los cultivos	83 %
Nivel de Exportación	56 %
Número de Programas de financiamiento en el municipio	100 %
Inversión en infraestructura, equipos y capacitación	100 %
Número de asociaciones o corporaciones	100 %
Total	56 %

Fuente: elaboración propia.

2.5.1 Análisis de sensibilidad

Acacías es el municipio seleccionado bajo la combinación de los parámetros estipulada, pero que pasa si esta combinación cambia es posible que este municipio no sea seleccionado. Con el objetivo de analizar otras posibles soluciones y validar el modelo frente a los cambios en la estructura de los pesos de los factores de selección, es necesario realizar un análisis de sensibilidad sobre estos valores. Este análisis de sensibilidad se logra al ir variando los valores de determinado parámetro del modelo, en este caso los pesos, e ir observando cómo la solución cambia. Para realizar este proceso también se puede formular un modelo de optimización en el que la función objetivo es maximizar el promedio de los porcentajes obtenidos de todos los municipios, sujeto a la restricción de que la sumatoria de los pesos de los factores de selección sea de 100 %. Además, se pueden formular otras restricciones con el fin de establecer un peso máximo y un mínimo según sea el caso del análisis que se quiere hacer. Los resultados obtenidos del proceso de análisis de sensibilidad fueron:

Tabla 4. Resultados del análisis de sensibilidad

Factor de selección	Peso del factor
Hechos de violencia Reportados	0,00 %
Distancia en Km del municipio a Villavicencio	20,00 %
Número cultivos	20,00 %
Tamaño de la población	20,00 %
Tamaño de Ha de los cultivos	0,00 %
Rendimiento de los cultivos	20,00 %
Nivel de exportación	0,00 %
Número de programas de financiamiento en el municipio	20,00 %
Inversión en infraestructura, equipos y capacitación	0,00 %
Número de asociaciones o corporaciones	0,00 %

Fuente: elaboración propia.

Bajo esta estructura de los factores de selección, no se le da importancia a hechos de violencia, tamaño de los cultivos, inversión en infraestructura, equipos y capacitación y, por último, el número de asociaciones o corporaciones presentes en el municipio. Por otro lado, los demás factores tomaron un valor de 20 %. Bajo esta combinación, se obtiene un porcentaje máximo de 84,2 %. Nuevamente, el seleccionado seria Acacías seguido por Granada y San Martín. Con estos resultados se ratifica que el municipio que se debe seleccionar para la implementación del proyecto debe ser Acacías.

2.6 Conclusiones

El modelo de selección de proveedores aplicado a los municipios del departamento del Meta cumple con las especificaciones necesarias en relación con los requerimientos del proyecto de diseño de un modelo de integración para pequeños productores agrícolas. El municipio de Acacías tiene la combinación de parámetros o características deseables que maximizan la posibilidad de éxito e impacto social que se busca. Además, es un municipio que produce una gran variedad de productos agrícolas con una alta tasa de rendimiento de sus cultivos, tiene la mayor población de los municipios del departamento del Meta, se encuentra a 28 km de Villavicencio, tiene el mayor número de programas de financiamiento, inversión en infraestructura y equipos y el mayor número de asociaciones o corporaciones.

El modelo propuesto funciona para otro tipo de proceso de selección de proveedores en un contexto empresarial, esto debido a la fácil adaptabilidad de los criterios de selección, lo cuales solo dependen del perfil del proveedor que la empresa está buscando. Este tipo de modelos aporta un enfoque objetivo al proceso de selección dejando a un lado la subjetividad y el sesgo hacia un determinado proveedor, además, permite que todos los proveedores tengan la misma probabilidad de selección y que el resultado final sea determinado por el desempeño de sus características en el perfil buscado por la empresa. El modelo también es flexible y se puede utilizar en otros procesos diferentes a los de selección de proveedores, siempre que se pueda medir el desempeño de un individuo, objeto o proceso en relación con un punto de comparación que puede ser un estándar, u otros procesos, individuos y objetos.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón Villamil, N. O. (2015). La Asociatividad como estrategia de desarrollo competitivo para las PyMes. *Pensamiento Republicano*, 2. http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/pensamientorepublicano/article/view/306

Barratt, M. y Oliveira, A. (2001). Exploring the experiences of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 31*(4), 226-289. https://doi.org/10.1108/09600030110394932

Bowersox, D. J., Closs, D. J. y Cooper, M. B. (2002). *Supply chain logistics management*. McGraw-Hill.

DNP. (2015). *El Campo Colombiano: Un camino hacia el bienestar y la paz*. Departamento Nacional de Planeación.

FAO. (2015). FAO Aquaculture Newsletter. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *PLoS ONE 12*(4): e0175098. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175098

Frontline Systems. (2019). Predictive and Prescriptive Analytics from Excel to your Servers and Cloud [en línea]. Solver: https://www.solver.com/

GAMS Development Corp. (2019). Gams [en línea]. *Gams*. https://www.gams.com/

Hewett, E. W. (2003). Perceptions of *supply chain* management for perishable horticultural crops: An introduction. *Acta Horticulturae, 604*(2). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.604.2

Josling, T. (1977). Agricultural trade policies. *The Round Table, 67*, 277-284. https://doi.org/10.1080/00358537708453281

Kaloxylos, A., Groumas, A., Sarris, V., Katsikas, L., Magdalinos, P., Antoniou, E., … Sandberg, J. (2014). *The State of Food and Agriculture: Innovation in Family Farming*. Johns Hopkins-APL Technical Digest (Applied Physics Laboratory). https://www.fao.org/3/i4040e/i4040e.pdf

Matopoulos, A., Vlachopoulou, M., Folinas, D. y Manthou, V. (2004). *Information architecture framework for agri-food networks*. *Dynamics in Chains and Networks* [en línea]. https://www.researchgate.net/publication/273590975_Information_architecture_framework_for_agri-food_networks

Paredes-García, W. J., Ocampo-Velázquez, R. V., Torres-Pacheco, I. y Cedillo-Jiménez, C. A. (2019). Price forecasting and span commercialization opportunities for Mexican agricultural products. *Agronomy, 9*(12), 826. https://doi.org/10.3390/agronomy9120826

Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition*. Harvard Business Review.

Ramírez Castañeda, L. N., Cristancho Cruz, S. L. y Cleves-Leguizamo J. (2021). Modelos de fluctuaciones de precios agrícolas: Estudio comparativo de frutas tropicales frescas en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(4e), 197-212.

Ricks, D., Woods, T. y Sterns, J. (2000). Chain management and marketing performance in fruit industry. *Acta Horticulturae, 536*. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.536.79

Rockwell Automation. (2019). Inicio [en línea]. *Arena Simulation* https://www.arenasimulation.com/

Tapia, L. (2013). Diseño de la cadena de suministro agroalimentaria de la berenjena en Córdoba-Colombia mediante la integración del modelo SCOR y el enfoque de optimización. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1-30. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE SERVICIO DIGITAL PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL. CORREDORES AGROINDUSTRIALES DE BOGOTÁ Y MEDELLÍN

Lina Nataly Alvarado Riaño[4], Elisabeth Herreño Téllez[5], Oscar Ramiro Murillo[6]

3.1 Introducción

Los resultados obtenidos en los capítulos anteriores del grupo de investigación EGE, presentado en el libro Sistemas Logísticos sostenibles en redes de valor (2020) y en los resultados el presente proyecto de investigación presentados en los capítulos del presente libro, permiten establecer una necesidad clara en la necesidad de una herramienta digital para la comercialización de productos agrícolas en Colombia. Con el objetico de establecer dicha herramienta digital para el sector agroindustrial en los corredores de Bogotá y Medellín, se obtiene como resultado el presente capítulo, partiendo de la problemática de la generación de un comercio justo que reduzca el número de intermediarios que actúan en el proceso de comercialización.

---

4 Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Ciudad Universitaria - Teusaquillo, Bogotá. Diseñadora Industrial, magíster en Ingeniería - Ingeniería Industrial, directora del Proyecto especial de Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Iniciativa 4.0 del Departamento de Extensión e Investigación y Coordinadora de proyectos de la March Global para Colombia.

5 Universidad de San Buenaventura Medellín. Diseñadora Industrial, especialista de Gestión de la Innovación Tecnológica. Magíster en Ingeniería. Docente investigadora, Coordinadora de Investigación Facultad de Artes Integradas.

6 Universidad de San Buenaventura Medellín. Diseñador Industrial, Maestría en Estudios Internacionales del Desarrollo (candidato). Docente investigador, director Programa de Diseño Industrial.

Siguiendo esta línea, se desarrolló la propuesta de una aplicación digital que permita el intercambio comercial de los productos agrícolas y agroindustriales con el fin de disminuir las estructuras de intermediación entre el productor y el consumidor final.

El proyecto que enmarca el presente libro se enfoca en el fortalecimiento de los procesos de comercialización de productores agrícolas de acuerdo con lo planteado en las metas de los objetivos de desarrollo sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2021). Principalmente busca ampliar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala expresado en las metas del ODS 2, así como, la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las comunidades productoras de acuerdo con el ODS 9, lo que a su vez ayuda en la consolidación de comunidades sostenibles expresada en el ODS 12 que busca contribuir a los estilos de vida sostenibles de las ciudades ofreciendo productos directamente al consumidor final. También, propende por la generación de trabajo decente y el crecimiento económico de las comunidades por medio de la generación de empleo con un manejo sostenible de los recursos, minimizando el impacto ambiental en las ciudades, evitando los desperdicios de alimentos y la gran cantidad de intermediarios en los procesos de comercialización.

En las últimas décadas la tendencia de consumo de alimentos ha generado que las ciudades establezcan estrategias para la comercialización de productos que apoyen a las comunidades locales, sin embargo, estos procesos han generado una gran cantidad de intermediarios entre la producción y el consumidor final, aumentando costos y perdida de alimentos en la cadena. Los principales afectados son los pequeños productores que no tienen capacidad de negociación frente a los procesos de comercialización y distribución, donde el intermediario determina el precio de pago por la producción que no siempre corresponde a los costos de producción reales, además al no contar con asociaciones y gremios de productores, el campesino se ve obligado a vender a cualquier precio (Caicedo, 2013). Una de las razones por las que la distribución de productos queda en manos de intermediarios es la falta de estrategias de asociatividad de los productores, la ausencia de cooperación en la comercialización y la poca integración del transporte, aspectos necesarios para garantizar la sostenibilidad económica de las comunidades. En pro de mejorar la economía de los pequeños campesinos y agricultores, es importante establecer circuitos cortos comerciales hacia los consumidores, buscando distribuciones más cercanas y que eviten la manipulación de alimentos y las pérdidas que se generan en el transporte, de esta forma se garantiza un costo justo al consumidor final, dado que en la actualidad estos se elevan por la gran cantidad de intermediarios que se tienen desde el lugar de producción hasta la comercialización (SAC, 2020). Sin embargo, con un entorno cada vez más cambiante por los procesos de globalización y el crecimiento de los mercados de alimentos, la integración de pequeños productores a las cadenas de abastecimiento se hace necesaria, esto requiere la vinculación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que se convierten en una

alternativa para incrementar la productividad y competitividad de los pequeños productores (Flórez *et al*., 2018).

Esta investigación se ejecutó a través de tres fases: la primera, corresponde al análisis preliminar de carácter descriptivo y mixto, en el que se destacó la búsqueda de información a través de fuentes primarias y secundarias, obteniendo como resultado la concepción de los atributos de flujo de información para la propuesta del servicio; la segunda fase, plantea de manera descriptiva y experimental la arquitectura del servicio; y como última fase, se presenta el diseño del servicio, apoyado en interfaces visuales.

3.2 Contexto

La globalización ha impulsado nuevas formas de intercambios comerciales haciendo uso de estrategias contemporáneas, en la que se destacan la automatización en los flujos de información, de tecnología, de comercialización, de producción, entre otros, para la optimización del tiempo y el uso eficiente de los recursos en el que se esté aplicando (Ynzunza *et al*., 2017). Esto ha permitido que las industrias que producen bienes de consumo masivo y, en general, puedan adaptarse a los nuevos paradigmas de la competitividad, cómo la personalización de lo que se oferta, permitiendo que la producción sea flexible frente a lo que se demanda y a las tendencias de la región y del mundo, estimulando la flexibilización en la prestación de los servicios y la sinergia de los actores involucrados en las cadenas de valor; la industria 4.0 es entonces un catalizador que permite a las empresas romper los nuevos paradigmas de la competitividad, así como incorporar las opiniones de los actores involucrados en una cadena de valor y su conexión con los factores sociodemográficos y psicológicos que afectan la toma de decisiones y el comportamiento en el proceso de compra (Roblek *et al*., 2016).

Se describe el concepto de la Industria 4.0 cómo la interacción de información continua y perpetúa entre las máquinas y seres humanos, entre los seres humanos y entre máquinas a través del uso de la tecnología entre ellos, los datos masivos, sistemas ciberfísicos, el internet de las cosas (IoT) e internet de los servicios, sistemas integrados, fábricas inteligentes, ciberseguridad, las impresiones 3D, Big Data y los impactos logísticos entre otros (Ricardo *et al*., 2020). Con el objetivo de gestionar el conocimiento, mejorar los procesos y minimizar incertidumbres. Se sabe con certeza que la ejecución de las industrias 4.0 está en camino y que se va sofisticando con el paso del tiempo y de la retroalimentación obtenida en su implementación representando un progreso en tres fases, el primero la digitalización de la producción, el cual permite la conexión de sistemas de información para la planificación y gestión de la producción; la segunda fase es la automatización, para la adquisición de datos en líneas de producción y el uso de máquinas; y la tercera fase consiste en la vinculación de los sitios de fabricación como una cadena de

suministro integral en la que hay un intercambio automático de datos (Roblek *et al*., 2016).

El propósito de uso de la Industria 4.0y las estrategias tecnológicas se basan en el análisis de la información del entorno, contexto y ambiente del ser humano para el diseño de nuevas formas de economía, que permitan tener intercambios comerciales equitativos, mejorar los servicios al permitir la flexibilización, la adaptación de los productos y los servicios, así como, mejorar la distribución y movilidad, aunque esta transición depende de la inversión y apoyo de los Estados a sus industrias (Lasi *et al*., 2014). El informe de la comunidad económica europea acerca de la industria 4.0 en 2016, describe sus principales características, estas son interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidad en tiempo real, orientación al servicio y modularidad (Smit *et al*., 2016). Actualmente, las estrategias tecnológicas más usadas son los sistemas ciberfísicos con nomenclatura CPS, según la National Science Foundation (2015) que los describe como, "Sistemas construidos a partir de la integración transparente de componentes físicos y computacionales, que permitirán superar a los simples sistemas integrados actuales en cuanto a capacidad, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia, seguridad y usabilidad". Siendo un término que describe una red neuronal artificial de comunicación que conecta flujos de información para identificar el comportamiento actual entre elementos; por otro lado, la internet de las cosas (IoT), hace referencia a los sistemas de Tecnología de la Información conectados a los subsistemas de los artefactos externos e internos y a todos los actores involucrados en una cadena de valor para comunicarse, cooperar entre sí, y con los seres humanos (Smit *et al*., 2016). Estas dos estrategias inteligentes son las más usadas, sin embargo, se pueden combinar y usar otras. La ejecución con éxito de la industria 4.0 se debe a las condiciones previas que han realizado las organizaciones, las agremiaciones, las universidades, los tomadores de decisiones de los países y las políticas generadas. Varios autores afirman que existen desafíos y precondiciones para la implementación, entre ellos la estandarización, los procesos de organización de una empresa, productos disponibles, nuevos modelos de negocio, protección del *know how*, trabajadores cualificados, investigación e innovación y marcos normativos; sin embargo, el éxito de la implementación, requiere inversiones para la integración de las tecnologías, la compra de equipos modernos y máquinas avanzadas, la sinergia en el desarrollo de investigación propia del contexto, y la integración universidad, empresa y Estado (Smit *et al*., 2016). La industria 4.0 se desarrolla en Alemania, en España se denomina Industria Conectada, en Francia y en Estados Unidos Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC), y en América Latina se inicia a través de Parques Tecnológicos y asociaciones a fin (Ricardo *et al*., 2020).

3.2.1 Tendencias de consumo

Las tendencias de consumo de alimentos en los últimos años han sufrido cambios, especialmente, durante la pandemia COVID-19, en la que el consumidor evidenció inseguridad alimentaria por desabastecimiento, una preocupación por la bioseguridad y calidad de los alimentos, un aumento en los costos por las distancias de las fuentes de abastecimiento y algunos cambios en sus comportamientos por la preparación de alimentos en el hogar. Los datos del DANE (2021) evidencian que los consumidores han aumentado la compra de alimentos frescos, evitan el desperdicio de alimentos por las posibilidades de desabastecimiento y le han dado importancia al consumo de alimentos de producción propia o local.

Frente a estos cambios las formas para garantizar la seguridad alimentaria deben propender por potenciar los pequeños agricultores cercanos a las ciudades o zonas de consumo, las cadenas de abastecimiento deben buscar la disminución de la manipulación de los alimentos con el fin de reducir los desperdicios que se generan en los procesos de transporte, que se aproximan a un 20 % (Gaviria *et al.*, 2016). Así como, acercar a los pequeños productores con los consumidores, con la implementación de tecnologías de información que reduzcan la brecha digital para la reducción de los intermediarios en la distribución de los alimentos.

En pro de mejorar la economía de los pequeños campesinos y agricultores, es importante establecer cadenas de abastecimiento cortas hacia los consumidores, con distribuciones más cercanas que eviten la manipulación de alimentos y las pérdidas que se generan en el transporte, de esta forma se garantiza un costo justo al consumidor final, ya que en la actualidad estos se elevan por la gran cantidad de intermediarios que se tienen desde el lugar de producción hasta la comercialización (SAC, 2020). Pues reducir la manipulación de los alimentos minimiza los impactos ambientales en las ciudades, evitando el intercambio de empaques y el uso de transportes que generan altas cantidades de contaminantes, garantizando la llegada de productos de calidad a los consumidores finales (RADDAR, 2021).

3.2.2 Comercio justo

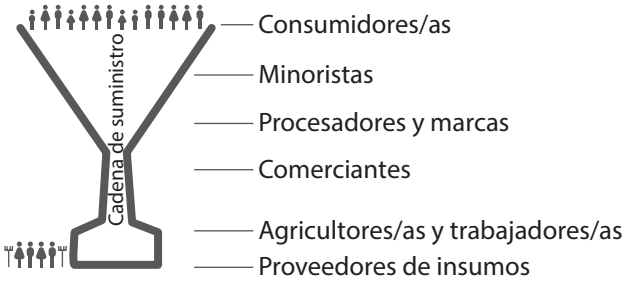
Los pequeños productores se ven afectados en sus ingresos económicos por las intermediaciones en la comercialización de los productos, por esto es fundamental reconocer la necesidad de apoyar las comunidades para obtener ingresos de una forma más equitativa. Es por esto por lo que la investigación se apoya en el concepto de comercio justo que se define como:

> Una alianza comercial basada en el diálogo, la transparencia y el respeto que busca una mayor equidad en el comercio internacional. Contribuye al desarrollo sostenible ofreciendo mejores condiciones comerciales y garantizando los derechos de personas productoras y trabajadoras marginadas-especialmente

> en el Sur. Las Organizaciones de Comercio Justo, respaldadas por los consumidores, están activamente comprometidas en el apoyo a los productores, en la sensibilización y en la campaña por los cambios en las normas y prácticas del comercio internacional (La Coordinadora para Organizaciones para el Desarrollo, 2018).

Este concepto fortalece los modos de producción y comercialización que anteponen a las personas y el planeta frente a los beneficios económicos. El comercio justo se enfrenta a los desafíos de la contemporaneidad, la injusticia, la desigualdad, y la distribución de la riqueza, por un lado el comercio en general ha crecido y se ha globalizado de una forma espectacular, que se evidencia en las cadenas globales de suministro (Figura 1),aunque aún no consideran a los pequeños productores como merecedores de puestos preponderantes en este escenario global (La Coordinadora para Organizaciones para el Desarrollo, 2018).

Figura 1. Cadena global de suministro



Fuente: (La Coordinadora para Organizaciones para el Desarrollo, 2018).

3.2.3 Objetivos de desarrollo sostenible

El proyecto se enfoca en fortalecer los procesos de comercialización de productores agrícolas asociado con las metas de los objetivos de desarrollo sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Una de las metas plantea duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala expresado en el ODS 2, que se fortalece con la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las comunidades productoras, esto ayuda a la consolidación de comunidades sostenibles expresada en el ODS 12 que busca ofrecer productos a grupos poblacionales en las ciudades consientes de los estilos de vida sostenibles.

Así mismo, propende por la generación de trabajo decente y el crecimiento económico de las comunidades por medio de la generación de empleo con un manejo sostenible de los recursos, minimizando el impacto ambiental en las ciudades evitando los desperdicios de alimentos y la gran cantidad de intermediarios en los procesos de comercialización.

3.2.4 Logística 4.0

En los últimos tiempos, el vertiginoso cambio de los mercados ha llevado a las organizaciones a plantear nuevas maneras de desarrollar la logística adoptando nuevos modelos, que busquen la integración de los participantes de la red de la cadena de suministros, y la coordinación de todas las actividades al interior de la organización, a fin de poder hacer frente a un mercado globalizado y altamente competitivo. Aspectos como la apertura comercial y la cuarta revolución industrial, dieron origen a un conjunto de transformaciones en las decisiones sobre localización de plantas y centros de distribución, diseño de redes logísticas, estrategias de integración, diseño de sistemas logísticos, adoptando tendencias y metodologías como: la fragmentación de la producción, la producción flexible, la reubicación de plantas, relaciones estratégicas de colaboración (clientes y proveedores), generación de valor, mejora continua, planeación de los requerimientos de la distribución, planeación de los requerimientos de materias, planeación maestra, modelos determinísticos y estocásticos, dinámica de sistema entre otras; estos son algunos aspectos que han promovido la evolución del concepto de la gestión logística.

A fin de poder entender el término logística, es necesario revisar varios enfoques, ya que en el momento esta no es considerada una ciencia, lo cual conlleva a que su definición puede variar de un investigador a otro dependiendo del enfoque. Por ejemplo, Lamb, Hair y MacDaniel plantea que es "El Proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo" (Lamb *et al.*, 2002). Ahora bien, al efectuar un análisis de la mayoría de las posturas relacionadas con la logística, se encuentra un factor común que se centra en la administración de flujos de bienes, de servicios y de información, desde una fuente inicial de suministro, hasta el consumidor final, y al hablar de flujos debemos entender que hay movimientos, que requieren de equipos, de infraestructura, de personas y de tiempo para llevarlo a cabo.

La economía moderna se construye en las redes globales de valor, especialmente en sus redes de abastecimiento compuestas por proveedores de insumos, fabricantes de productos, proveedores logísticos y comercializadores, conectadas como una gran red neuronal a través de flujos de información para su funcionamiento optimo, con el fin de satisfacer la demanda de clientes y consumidores finales nacionales e internacionales. Así, las empresas hoy compiten a través de la fortaleza de sus redes de abastecimiento. Las nuevas tecnologías están generando una revolución en las cadenas de suministro, entre dichas tecnologías se encuentran la digitalización del comercio y la logística, la creciente automatización de la producción y la disponibilidad de big data en cuanto a las características de la demanda. Ello está permitiendo pasar a cadenas de suministro más adaptativas y orientadas a satisfacer las demandas de un consumidor más exigente, obligando a las empresas a dejar

de lado estrategias basadas en economía de escala, para permitir al consumidor adquirir un producto a medida de sus requerimientos. Esto conlleva a que, para poder cumplir con la orden perfecta, se deben llevar a cabo tareas de coordinación y sincronización entre todos los actores de la red de abastecimiento, y a la utilización de diferentes metodologías que permitan reducir la incertidumbre asociadas a las operaciones logísticas, como también se hace necesario el uso de nuevas tecnologías digitales que fortalezcan la conectividad y reduzcan los costos en el flujo de materiales y productos a lo largo de las redes de suministro, impactando positivamente en la eficiencia y productividad del sector.

3.2.5 Servicios digitales

Las definiciones siempre han sido situaciones difíciles de atender, más cuando nos referimos a palabras que son en extremo abiertas, complejas de calificar, delimitar y sobre todo aclarar, este es el caso del concepto de servicio; por otra parte, todo lo que está relacionado con la palabra "diseño", es compleja de definir, sin embargo, el diseño siempre tiene implícito la transformación que permita generar valor, en diferentes niveles de intervención. En esa medida un servicio entendido desde el diseño se podría considerar como una transformación de realidad de un estado a otro, accionada por una interfaz de uso, que posibilita la interacción de dicha transformación, ejecutada por diferentes usuarios a diferentes niveles de incidencia.

Los retos de la contemporaneidad han producido cambios que han obligado a los diseñadores y académicos a reconsiderar las nociones básicas de comunicación del diseño como son la forma, el uso y la producción, planteando una expansión considerable de estas, integrando aplicaciones en diseño de estrategias, sistemas, experiencias y por supuesto servicios, incidiendo no solo en los sectores económicos dedicados a la manufactura sino también en otros como la salud, el turismo, la agricultura y especialmente el financiero. Es así entonces que el diseño en cualquiera de sus manifestaciones proyectuales a comprendido lo imperativo de su ampliación conceptual y de operación haciendo que esto permita abordar desde la disciplina del diseño industrial, los servicios. Por consiguiente se hace relevante identificar en que se diferencian o integran los productos y los servicios, si bien plantear servicios podría incluir productos que permitan desarrollar los momentos del mismo, una característica principal es en nivel de proximidad que se tienen con el usuario, si ya en los productos las consideraciones de diseño son exhaustivas en los servicios son aún más, pues la experiencia de uso debe estar constantemente en evaluación y testeo, con el fin de comprender cómo se dan las interacciones entre las interfaces y los usuarios.

Por otra parte, los requerimientos de diseño en los productos se comprenden desde las dimensiones tanto, físicas, como perceptuales, con bastante más concentración en las consideraciones técnicas de los mismos, haciendo referencia a las situaciones de producción. Pues estas inciden considerablemente en las restricciones o

posibilidades de diseño de los productos; por el contrario, el diseño de servicios concentra su atención principalmente en el diseño de la información, su tratamiento e interpretación, de la comprensión de la estrategia, que implica el éxito de la relación entre el usuario y las actividades planteadas.

De esta manera, autores como Kotler y Armstrong indican cuatro características principales de los servicios, la intangibilidad, la heterogeneidad, la inseparabilidad, y su condición de perecibles (Kotler & Amstrong, 2007). Mientras tanto Shostack (1982) establece que la variable tiempo y espacio constituyen al producto en todas sus dimensiones, tanto prácticas, como morfo-estéticas, de uso y productivas. Mientras que los servicios consisten en actos o procesos que existen solo en el tiempo; los servicios se prestan y no pueden poseerse, sino que solo se experimentan y usan, para esto, los servicios tienen que ser percibidos como los actores del cambio en una función de la producción.

3.2.6 Estrategias inteligentes aplicadas al sector agrícola en Colombia

En Colombia, la agrologística está fundamentada en tres pilares fundamentales, el primero es la agricultura eficiente y sostenible, el segundo, la digitalización de los procesos de toda la cadena global de valor, y, por último, en la cadena de suministro transparente y sostenible debido a las tendencias de consumo. El primer pilar, responde a la colaboración logística apuntando a los paradigmas de competitividad que consiste en trabajar de manera colaborativa para un negocio sostenible y creciente; el segundo pilar, busca una integración en todos los subsistemas de la cadena de valor, a través de tecnologías emergentes o tradicionales que permitan equilibrar y mostrar en tiempo real el flujo de información, entre otros, reduciendo los costos logísticos, haciendo transparente el negocio, equilibrando la oferta y la demanda de manera rentable, y el último pilar, responde a la gestión técnica y servicio en campo (ANALDEX, 2021).

En relación con el segundo pilar, en Colombia los Corredores Agroindustriales son un modelo que propone una alianza estratégica de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, con actores directos del sector agropecuario y agroindustrial. El cuál busca identificar problemas que tienen los cultivos, detallando si existen necesidades nutricionales, fitopatológicas, de poscosecha, logística o distribución de los proveedores, en este sentido se gestan innovaciones asociados a procesos, nuevas tecnologías aplicadas a producción, a comercialización y abastecimiento, esta dinámica se observa en las familias agrícolas a través de un ejercicio participativo que les permite verificar por sí mismos la efectividad y el mejoramiento de su producción haciendo seguimiento de sus prácticas con una mejora continua.

El desarrollo de estos modelos de economía colaborativa, permite la estatización de operaciones logísticas en coherencia con el ciclo de vida de los productos

perecederos, observando de manera integral y accediendo a su vez hacer una trazabilidad que permita un mayor impacto en las ventas en un mercado interno y con capacidad de ingresar en cadenas de valor internacionales; por otro lado, expertos exponen en la necesidad de crear modelos de negocios innovadores para que las familias o agremiaciones agrícolas Colombianas vendan directamente al consumidor final, dando fin o reduciendo al máximo los intermediarios; para esto no solo se debe trabajar de manera colaborativa entre los municipios que componen los corredores agrologísticos anteriormente mencionados, sino haciendo sinergia con todos los actores de una red global de valor, aprovechando recursos, iniciativas, mejores prácticas, compartiendo proveedores, centros de acopio, plataformas de consolidación entre otros, en beneficio a los productores haciendo uso de la tecnología (Quintero, 2018), en Colombia la inserción de estas tecnologías en las agremiaciones o familias campesinas se están incentivando, y usando de manera creciente a través del fortalecimiento y construcción de estrategias por parte del Estado, como el Plan Nacional de Agrologística, en el que se observa tres estrategias en promover el acceso, uso y apropiación de las tecnologías de la información, cómo también integrarlas en la transformación digital (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020), también se observa su importancia y fortalecimiento a través de la Misión de Sabios, quienes catalogan a la tecnología 4.0 cómo fuente fundamental en el crecimiento y sostenibilidad en las industrias colombianas y del agro colombiano (Niño-Ruiz *et al*., 2020).

3.2.7 Corredores agroindustriales de Cundinamarca y Antioquia

Las tendencias internacionales sobre la producción de alimentos, ha encontrado en las actividades de desarrollo tecnológico e innovación un factor diferencial y de valor agregado. La producción total nacional se distribuye de acuerdo con los porcentajes, en las tres zonas usuales: zona o anillo uno, zona o anillo dos, zona o anillo nacional. La producción en cada uno de los anillos, así como las importaciones, son distribuidas a las rutas de acceso de Bogotá. Del primer anillo, que está compuesto por la Sabana de Bogotá, se obtiene un total de 924 931 Ton de alimentos. Del segundo anillo, que está formado por Cundinamarca, Meta, Tolima y Boyacá, se generan 924 931 Ton de alimentos. En el resto del país o último anillo se producen un total de 639 171 Ton de productos alimentarios. Ahora bien, se muestra que el total de toda la producción se generan 2 800 677 toneladas de alimentos varios entre frutas y verduras, leche, papa, abarrotes, granos, carne de res, panela, huevos y carne de pollo. Dicha cantidad sería el 100 % de la producción. De lo que se concluye que, un 33 % está representando al primer anillo, un 44 % al segundo y un 23 % al último. Dicho acopio es repartido al mayoreo: A las industrias se le brinda un 26,4 % (739 625 Ton), a los Corabastos un notable 60,6 % (1 698 098 Ton) y otros mayoristas se les ofrece un 13 % (363 954 Ton). Cabe recalcar que este no

es su destino final si no que después es repartido a tiendas, supermercados, plazas, entre otros sitios (DNP *et al*., 2020).

Por otro lado, se destacan actores que intervienen en la construcción de innovación tecnológica para el sector agroindustrial, relacionado con la capacidad de distribución de productos frescos en los corredores anteriormente mencionados, dentro de estos se encuentran las políticas de los departamentos, expresados en los planes de desarrollo, como es el caso de Cundinamarca y Antioquia, denominados "Unidos podemos más" y "Unidos por la vida", respectivamente; estos buscan propiciar escenarios para mejorar la competitividad, estructurando planes, programas y proyectos, así como la financiación para su desarrollo. Otro de los actores estratégicos para el sector es la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) que se encarga de manera descentralizada y regional de construir conocimiento científico y soluciones tecnológicas a través de actividades de investigación, innovación, transferencia de tecnología y formación de investigadores, en beneficio del sector agropecuario colombiano. Por otra parte, la Universidad Nacional De Colombia con presencia nacional y fronteriza brinda asesorías y capacitaciones en temas relacionados con la innovación y tecnificación del sector agroindustrial en que se destaca el proyecto Mentor y la Iniciativa 4.0. Así mismo, la Universidad de Antioquía a través de su departamento de extensión brinda consultorías y desarrollo de tecnologías aplicadas al sector agroindustrial; destacando la importancia de la competitividad de este sector económico para el desarrollo del país y de sus regiones, cómo también la importancia que tiene las universidades y centros de investigación en el fortalecimiento y crecimiento de esta actividad económica.

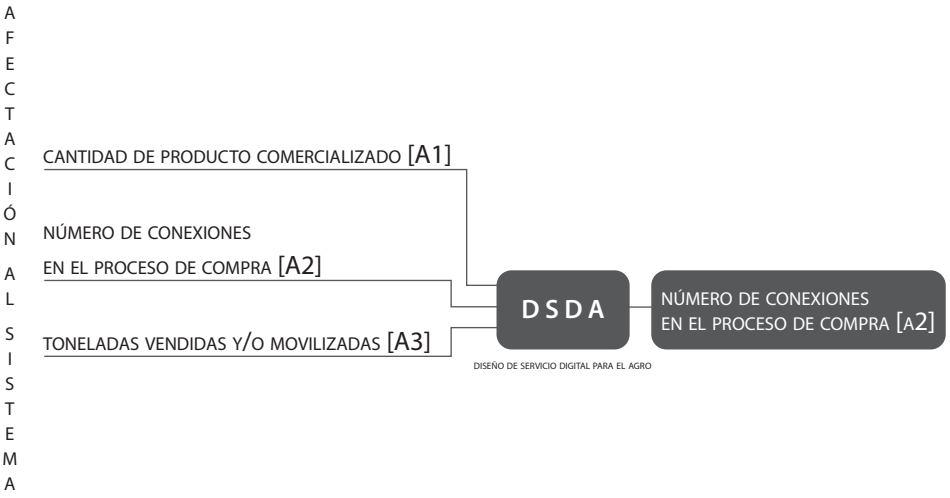
3.2.8 Arquitectura del servicio

En los capítulos anteriores se concluye con la definición de un modelo de selección de municipios, así mismo las tendencias de consumo y los nuevos procesos de comercialización, debido a esto se propone la integración de los principios de comercio justo, los desarrollos de agrologística 4.0 y el diseño de servicios; construyendo en primera medida la arquitectura del servicio asociado a pequeños productores apoyado en el principio de asociatividad, la reducción de intermediarios en el proceso logístico y el intercambio comercial electrónico. Construyendo la arquitectura de este servicio a partir de tres variables de afectación de la compra que alteran el sistema y que determinan la ruta de diseño que se debe plantear para el reconocimiento de los atributos de este. Estas tres variables analizadas y discutidas son:

1. Cantidad de producto comercializado.
2. Número de conexiones en el proceso de compra.
3. Toneladas vendidas y/o movilizadas.

Cada una de estas variables afectan de formas diferentes la experiencia de compra y cada una de ellas plantean en sí misma una forma de abordar la estructuración de un servicio digital para productos agrícolas. En esa medida, se establece, como se ve en la Figura 2 de necesidades de flujo de información, la variable para la consideración macro del diseño servicio será el número de conexiones generadas en el proceso de compra.

Figura 2. Necesidades del flujo de información del DSDA.



Fuentes: elaboración propia.

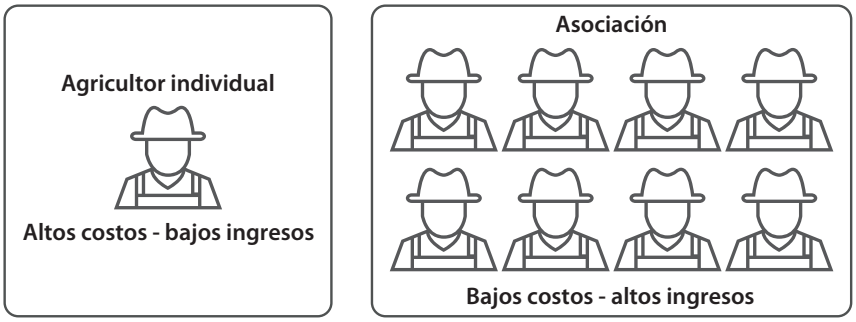
Una vez definida esta variable como idea rectora de la estructuración del servicio, se construye con base en el marco lógico anteriormente descrito y concentra su diseño en tres estrategias, que responden a los temas abordados anteriormente, estas son:

Estrategia 1: La asociatividad como fundamento integral en la recuperación de ingresos para productores agrícolas. Asociatividad de las familias o agremiaciones agrícolas o agroindustriales: permite impulsar las actividades económicas de las familias agrícolas en beneficio de ellas mismas, a través de una estructura organizada que los vincula a los nuevos paradigmas de los modelos sostenibles, los cuales se agrupan para construir nuevos productos, adquirir mejores insumos, construir proveedores, aprender de mejores prácticas de producción;, adquirir herramientas para la distribución y vehículos compartidos para el transporte de mercancías, esta integración permite además crear vínculos de cuidado, de acción integral, coordinada y consensuada (Espinosa *et al.*, 2018). Estas relaciones permiten además que las familias agrícolas sean socias para el desarrollo de su territorio, mejorando la competitividad territorial (Solarte, 2011). A partir de los estudios bibliométricos de varios autores presentados en el artículo de Ensslin *et al.* (2014), en el que a través de una valoración de las empresas agropecuarias en la literatura científica concluyen dos aspectos importantes el primero que es un campo

poco explorado y por consiguiente estructurado técnicamente, sino empíricamente por los actores involucrados y el segundo aspecto importante es que precisamente requiere de trazabilidad, técnicas y métodos de desempeño como cualquier otra organización. Es por este motivo que esta arquitectura de diseño del servicio debe fortalecer este esquema asociativo con aspectos empresariales entre ellos las cantidades de productos a comercializar, comprendiendo la siembra y la cosecha en aspecto de cantidad, producto y características de calidad para el consumidor final, capacidad de producción de todas las familias y sus conexiones para el transporte. En el proyecto plantea una asociación que se encarga de la operación y seguimiento de la producción, cosecha y transporte de los alimentos que genera cada agricultor, de esta manera se busca bajar costos para cada uno de ellos o distribuirlos entre los que se encuentran asociados (Figura 3).

La asociación funciona como soporte para los grupos de pequeños productores, garantizando bajar los costos en el transporte y la distribución hasta las centrales de mayoristas o consumidores finales; como también permite que los integrantes estructuren planes de mejoramiento continuo, la planeación de la producción de alimentos con base en las futuras demandas, así mismo les permite tener la trazabilidad e históricos de los elementos necesitados de sus proveedores y a su vez los clientes y consumidores finales visualicen estas redes como garante de calidad y como partícipes del mismo proceso.

Figura 3. Estrategia 1: La asociatividad como fundamento integral en la recuperación de ingresos para productores agrícolas

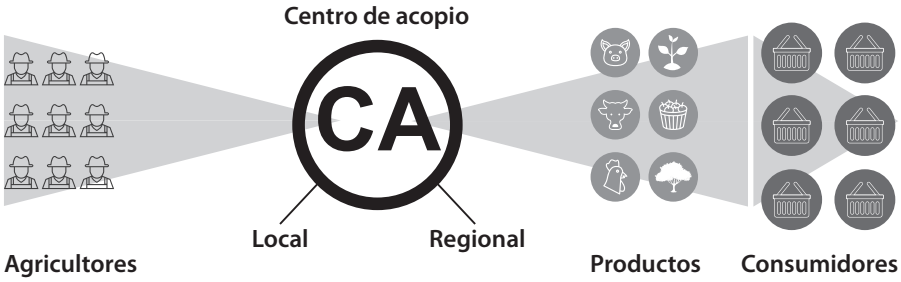


Fuente: elaboración propia.

Estrategia 2: Disminución o eliminación de los intermediarios: la intermediación es un factor que impide la competitividad en las familias agrícolas o en las pequeñas empresas agroindustriales siendo a su vez es un impedimento en su propio desarrollo (Caicedo, 2013). En Colombia existe tres tipos de intermediación en el contexto analizado, la primera es la intermediación del transportador que hace el proceso de distribución y a su vez la venta en otras plataformas físicas, la segunda intermediación son las plazas medianas o grandes de distribución y venta directa de los productos y, los centros comerciales grandes que realizan esta

venta directa de los productos, en algunos casos estas intermediaciones tienen estructuras cortas o directas, es decir pueden tener más de dos intermediarios (Villanueva-Mejía, 2018). Al existir estos intermediarios el precio del producto final incrementa debido a que cada uno de estos intermediarios tiene unos costos que debe asumir en esta operación y que se suman al precio del producto final como también debe generar una rentabilidad en su negocio, esta práctica hace que no haya un comercio justo frente al productor (familia agrícola, agremiación agroindustrial) debido a que, este debe disminuir el precio del producto para ser competitivo con el precio del producto que llega a las manos del consumidor final. En este sentido, que esta arquitectura busca disminuir estos intermediarios a través de una interfaz de una aplicación tecnológica administrada por su asociatividad, que permita a su vez, comprender el mercado y sus necesidades (Figura 4). Para esto se construye dos tipos de intermediación tecnológica, la primera es el centro de acopio local, es acá la primera asociatividad, que reúne a las familias agrícolas por su cercanía geográfica y, la segunda intermediación tecnológica es el centro de acopio regional, que se conforma a partir de varios centros de acopio locales, para finalmente entregar el producto a los diferentes actores involucrados.

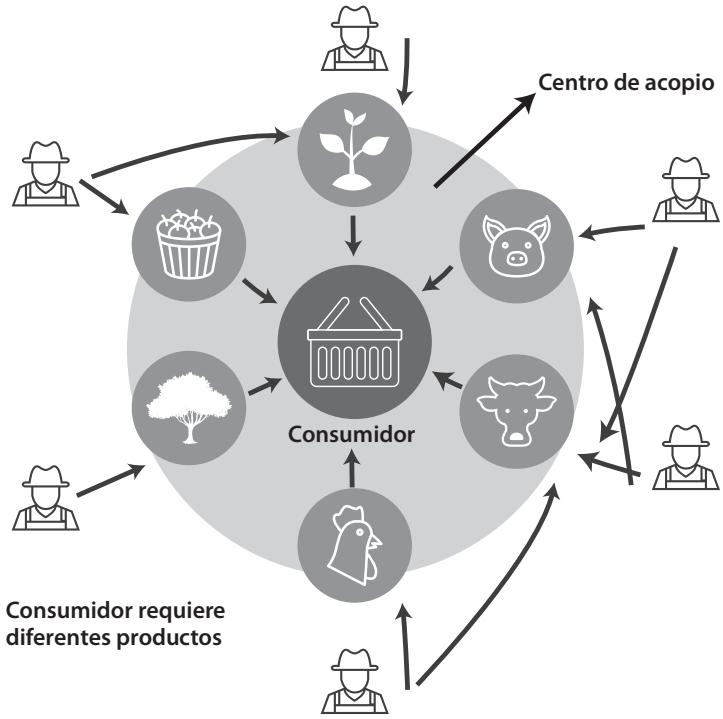
Figura 4. Estrategia 2: Disminución o eliminación de los intermediarios



Fuente: elaboración propia.

Estrategia 3: Construcción de un intercambio comercial electrónico: esta estrategia permite una conexión entre las familias agricultoras localizadas en un mismo territorio, la articulación tecnológica entre los agricultores, los compradores y los productos, en esa medida como se observa en la Figura 5 un agricultor puede producir un tipo de producto específico y por medio del centro de acopio ofertar su producto a diferentes compradores, como también permite el proceso de conexión digital entre los diferentes actores.

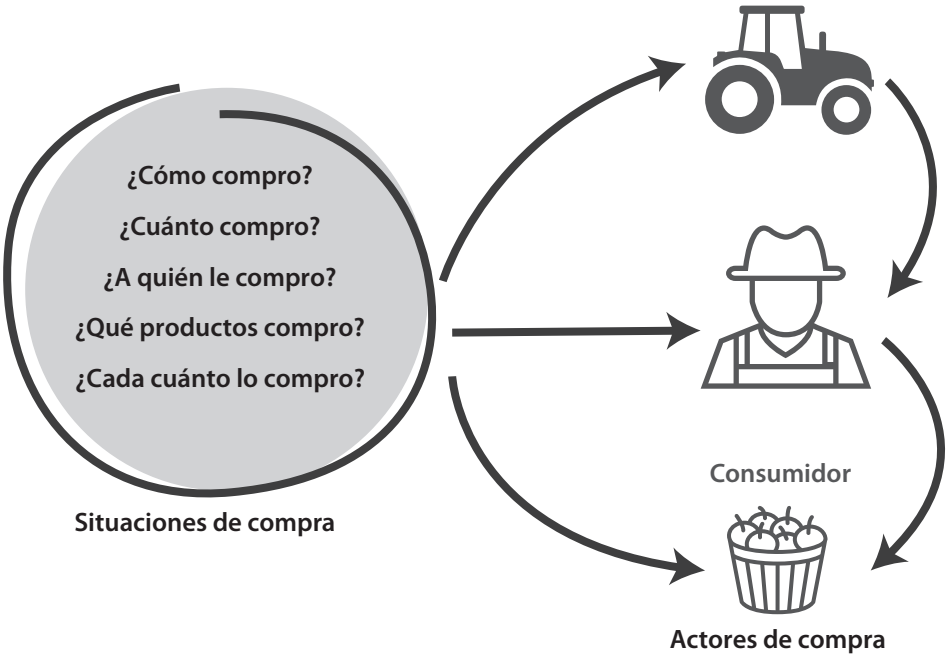
Figura 5. Centro de acopio local en el DSDA



Fuente: elaboración propia.

La conectividad genera un vínculo cercano entre todos los actores de este servicio, dicha conexión muestra el origen de los productos, la cantidad de producto y su disponibilidad en tiempos determinados, cómo también permite a las pequeñas familias comprender las dinámicas de consumo de los productos que ofertan, construir mejores prácticas, un mejor servicio y una experiencia significativa (Figura 6). Esta intermediación además se enmarca en las nuevas tendencias de consumo, que se han venido incorporando a varias actividades económicas entre ellas la investigada, y que se ha impulsado a raíz de la crisis sanitaria por COVID 19. Estas tendencias de consumo tienen de fondo la logística 4.0 que se apoya de las tecnologías para brindar puentes de conectividad y prácticas empresariales sostenibles. La comprensión tanto de la actualización de la información como las decisiones de compra, presentan los roles de los usuarios involucrados en el diseño del servicio.

Figura 6. Actores involucrados en el proceso de comercialización en el DSDA



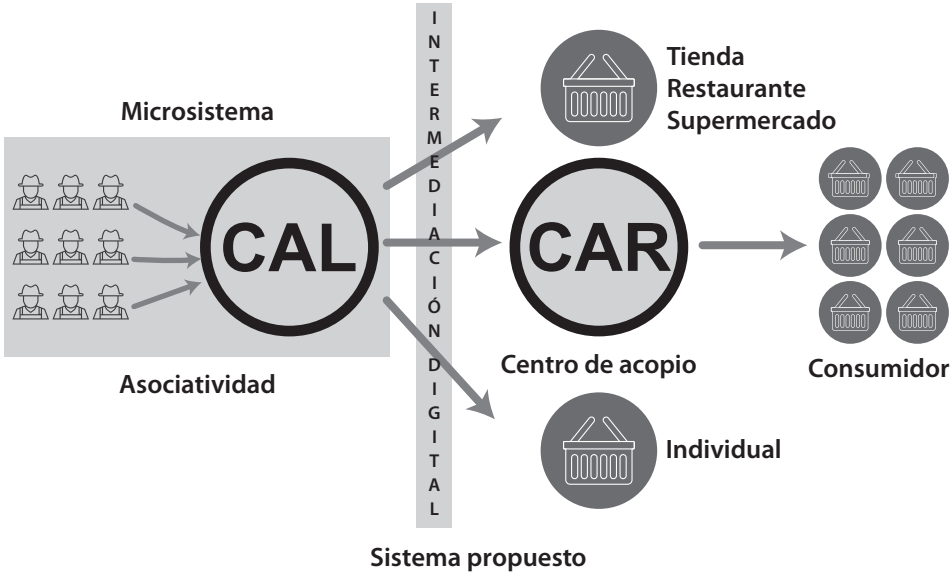
Fuente: elaboración propia.

3.3 Discusión

3.3.1 Propuesta del servicio

Este servicio está compuesto de dos centros de acopio, el primero es llamado centro de acopio local - CAL que, a través de la asociatividad entre las familias agrícolas o agroindustriales organizadas por su cercanía entre ellas; permite la primera estrategia la de la propuesta de este servicio, la estrategia de asociatividad del pequeño o familia agricultor; el segundo centro de acopio llamado, centro de acopio regional - CAR, el cual es la segunda estrategia del servicio que comprende la eliminación de intermediarios y vincular a las familias o agremiaciones en una solución tecnológica para el proceso de comercialización, siendo un intermediación digital, este modelo se puede ver en la gráfica nombrada propuesta de la arquitectura del DSDA.

Figura 7. Propuesta de la arquitectura de DSDA



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 7 se detalla la propuesta de la arquitectura del servicio, en este se cuenta con varios actores involucrados; las agremiaciones o familias agrícolas, el centro de acopio local, que conecta con restaurantes, tiendas de barrio, supermercados o consumidores de la zona y, el centro de acopio regional que permite conectar con otras zonas de consumo y el otro actor involucrado, el consumidor final del producto.

3.3.2 Flujos de Información del DSDA del CAL

El sistema está propuesto por diferentes momentos de la experiencia de compra que van desde el suministro de información por parte del productor (I), en donde se debe informar al CAL sobre la disponibilidad de los productos que tiene para ofertar, así como el estado de este, esto permite al CAL clasificar la información (CI) para saber los tiempos en los que puede ofrecer productos, así como sus cantidades. El siguiente momento (PD) consiste en planificar la distribución, esta consiste en organizar la recogida de los productos por parte del CAl a los agricultores; la recepción y almacenamiento (RA) para fijar la disponibilidad, asimismo, le permite al CAL (O) ofertar los productos disponibles, así como sus cantidades; posteriormente el CAL debe planificar la distribución de los productos una vez se ha generado en pago (P) por parte de los compradores (Figura 8).

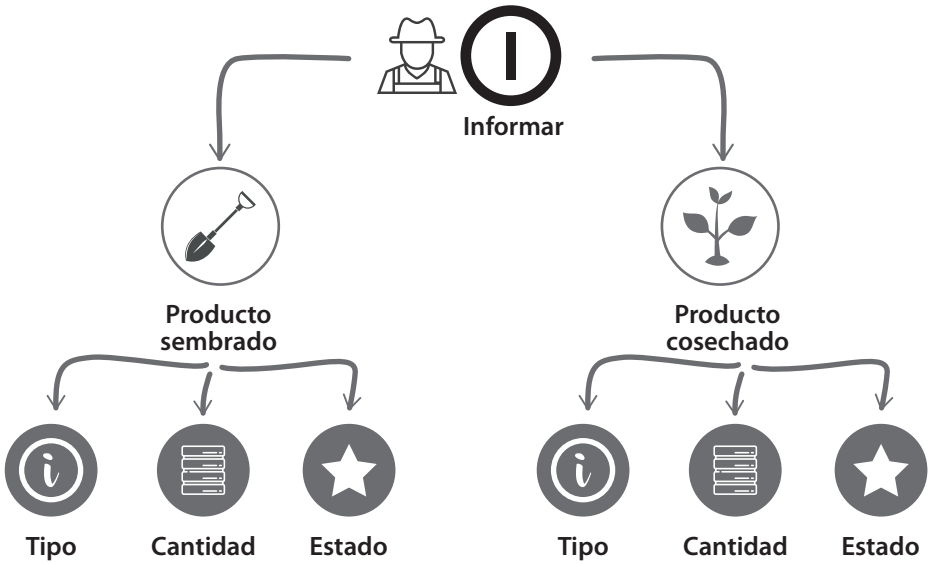
Figura 8. Momentos del diseño de servicio - DSDA



Fuente: elaboración propia.

El momento uno de (I) informar inicia con dos flujos de información (Figura 9), en este nivel la familia o agremiación agrícola debe aportar información en dos sentidos, el primero es el producto sembrado y el segundo es el producto cosechado; así mismo debe informar en un segundo nivel, del tipo de producto, su cantidad y su estado respectivamente, como se observa en la ilustración llamada, flujos de información del centro de acopio local - CAL.

Figura 9. Momento de información del agricultor hacia el Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

El segundo flujo de información es la clasificación del sistema que el centro de acopio local realiza (Figura 10), dividiéndolo según su disponibilidad, información que surge a partir de la consolidación del flujo anterior de producto sembrado y producto cosechado; de esta manera se concluye cual es el tipo de producto y su cantidad para el proceso de comercialización de esta manera lo publica al tercer flujo de información.

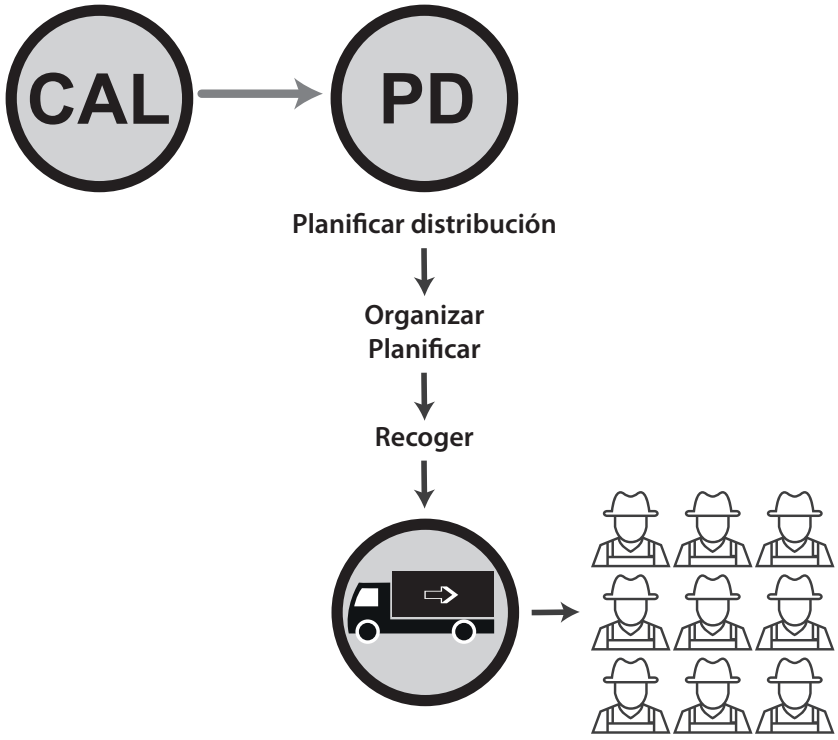
Figura 10. Momento clasificación de la información del Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

Luego de su publicación, pasa al tercer flujo de información el cuál es estructurar la planificación y distribución (Figura 11), para definir el tipo de transporte, costo y puntos de conexión si es necesario para que finalmente llegue al centro de almacenamiento - RA del CAL.

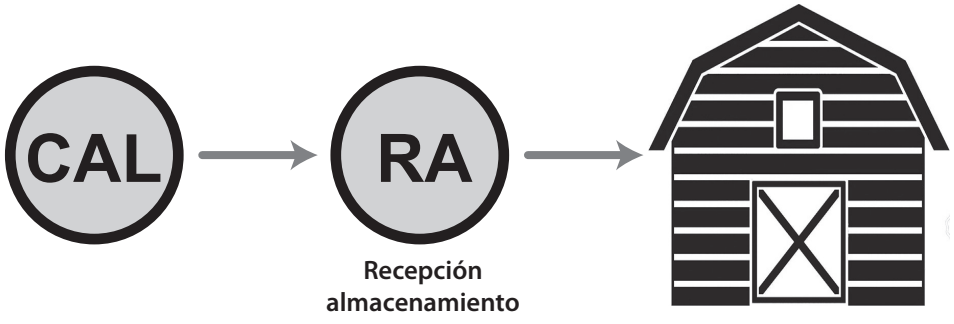
Figura 11. Planifica y distribuye del Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

El cuarto flujo de información es la conexión entre el CAL, el RA y demás actores que conecten en el proceso de comercialización en este nivel (Figura 12). El RA debe construirse con base en el pronóstico de cosecha de cada CAL y el pronóstico de ventas con el CAR y demás actores que compren en este nivel entre ellos consumidores finales locales, restaurantes, tiendas o pequeñas plazas de mercado.

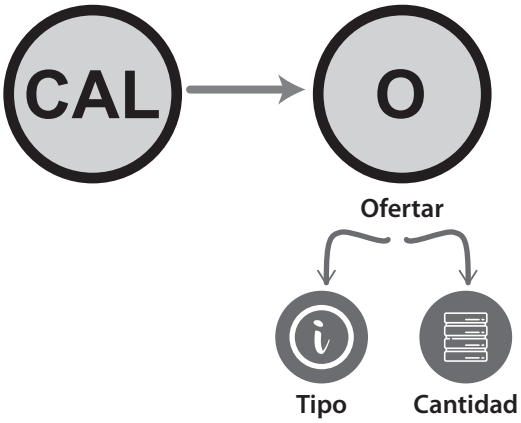
Figura 12. Recepción y almacenamiento en el Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

El quinto flujo de información es la capacidad del CAL de generar oferta de los productos en tipo y cantidad a los actores vinculados (Figura 13), de esta manera se planea ser el acercamiento con los consumidores así mismo, es el primer encuentro con el mercado, esto permite a su vez al sistema realizar análisis de mercado y solicitar a las agremiaciones o familias agrícolas o agroindustriales aspectos de cantidad, temporalidad, calidad entre otros elementos de mejora continua de su propio sistema.

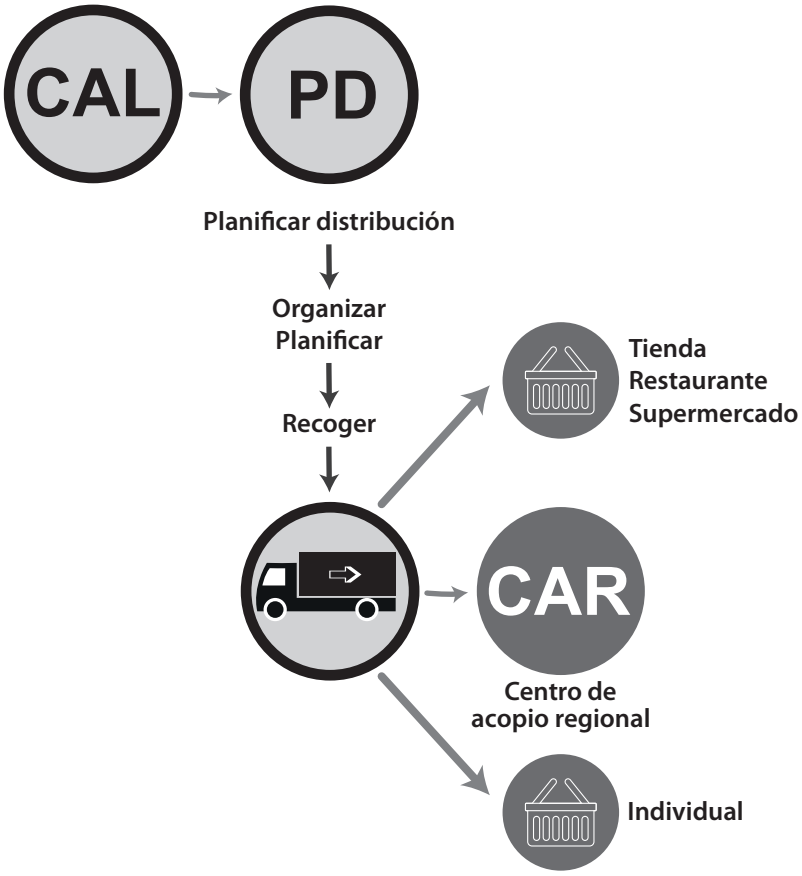
Figura 13. Oferta del Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

El sexto flujo de información consiste en la planificación y distribución del CAL (Figura 14), este alimenta al CAR que se encuentra en grandes o intermedios centros urbanos, debe definir el tipo de transporte, costo y puntos de conexión si es necesario para que finalmente llegue al centro de almacenamiento regional.

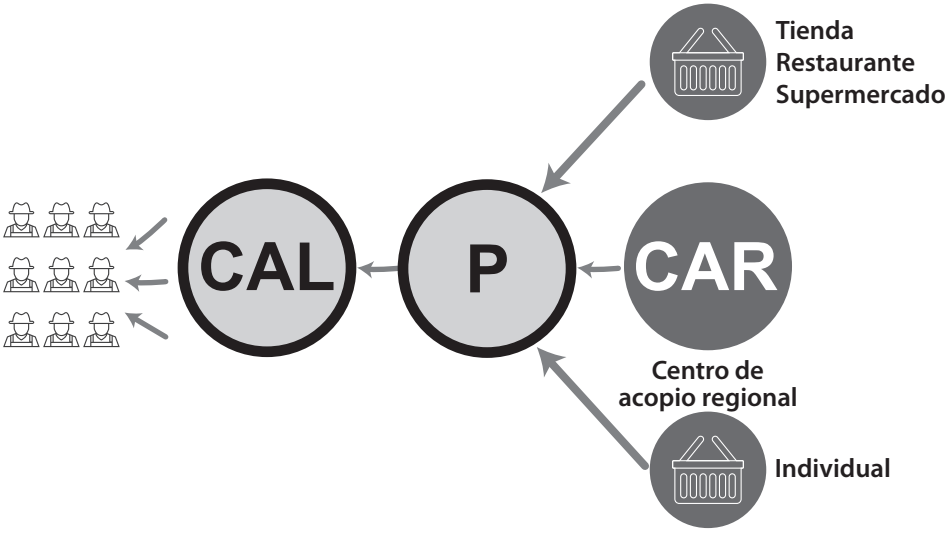
Figura 14. Planifica y distribuye del Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

Y, finalmente el flujo de información del pago del centro de acopio local (Figura 15), el cual es un flujo invertido que se devuelve del CAR, o de los consumidores finales locales o de otros actores como tiendas locales, restaurantes o pequeñas plazas de mercado.

Figura 15. Pago del Centro de acopio local - DSDA



Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Diseño de los flujos de información en la aplicación

Los flujos de información anteriormente descritos permiten la construcción de las interfaces de la aplicación digital como se puede ver en la Figura 16, el diseño se propone con las siguientes conexiones:

1. Creación de cuenta.
2. Inicio de sesión.
3. Selección del perfil y vinculación de datos de la granja o finca.
4. Perfil del agricultor o familia agrícola o agroindustrial.
5. Actualización de la información de cultivo o siembra.
6. Actualización de la cosecha en cantidad y días al CAL.
7. Planificación de la recolección de los alimentos y seguimiento de las rutas y, por último, muestra de productos en CAL.

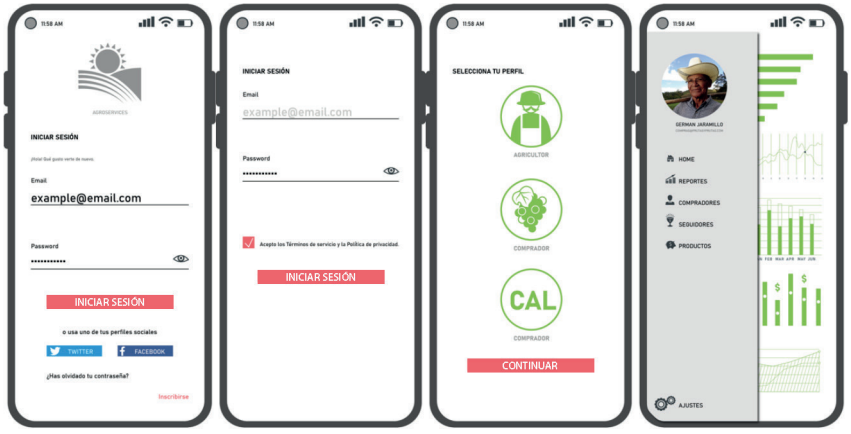
Figura 16. Estructura de la aplicación en el primer centro de acopio - CAL

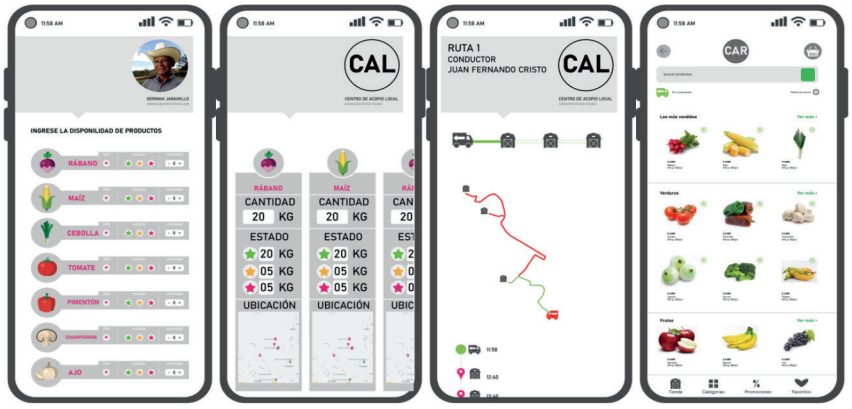


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 17 se puede observar el diseño de las interfaces en aproximación de cómo se visualizará la plataforma para prestar el servicio.

Figura 17. Mockup del servicio para uso en dispositivos electrónicos





Fuente: elaboración propia.

3.4 Conclusión

La logística 4.0 ha permitido la vinculación de tecnologías convergentes para hacer los negocios competitivos en un mercado cada vez más global; en Colombia se han desarrollado diferentes estrategias para brindar herramientas y puentes en la implementación de estas tecnologías en diferentes sectores económicos entre ellos el sector agroindustrial, se ha evidenciado a través de los documentos CONPES y la misión de Sabios del 2019 el interés y la construcción de mecanismos y de sinergias de varias entidades del Estado y empresas agremiadas en la implementación de estas estrategias en elementos reales para las empresas agroindustriales; esto se evidencia al interior de los departamentos a partir de los planes de desarrollo, en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca a través de la robustez en la infraestructura vial, la construcción de planes de comercialización y la articulación de los corredores agroindustriales.

La dinamización de las actividades en el sector agroindustrial para la generación de un comercio justo requiere estrategias que sensibilicen las comunidades productoras en el uso de tecnologías de la información y la comunicación para facilitar la interacción directa con los consumidores o distribuidores mayoristas, garantizando la trazabilidad de los productos y la comunicación permanente entre los involucrados. Así mismo, se requiere que las comunidades establezcan modelos de asociatividad que les permita compartir plataformas de distribución, transporte y comunicación indispensables para la comercialización de productos agrícolas, y así disminuir los intermediarios en los corredores logísticos.

El diseño de servicios digitales es una forma de hacer ruptura en las estructuras de la logística tradicional, en este caso al vincular los circuitos cortos comerciales con las tecnologías de la información y la comunicación, se da respuesta a los requerimientos de los nuevos estilos de vida de los consumidores que buscan la

disminución de impactos ambientales en las ciudades, productos agrícolas de mayor calidad y con menor manipulación en el proceso de distribución. Sin embargo, la transición hacia una logística 4.0 requiere un análisis de las ventajas y desventajas, así como los impactos, de estos tipos de logística que permiten complementar de forma que puedan implementarse de acuerdo con las realidades del contexto agroindustrial de nuestras regiones.

La propuesta de aplicación se identifica como un Circuito Corto Comercial (CCC) en el comercio justo en las comunidades agrícolas, incentiva la asociatividad de los pequeños productores por zonas geográficas, fortalece la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en las comunidades con un enfoque hacia la agroindustria 4.0, disminuye los impactos ambientales y sensibiliza a los consumidores de las ciudades alrededor de los estilos de vida sostenibles. La propuesta de es de carácter descriptivo que da como resultado la estructura de un servicio digital para la interacción entre los centros de acopio local, los productores y la distribución de sus productos.

BIBLIOGRAFÍA

ANALDEX. (2021). *La logística en Colombia: cómo viene y para dónde apunta.* Analdex. https://www.analdex.org/2021/08/25/logisticaencolombia/

Caicedo, J. F. (2013). La intermediación como un impedimento al desarrollo del pequeño productor de Medellín Brokering as an impediment to the development of small producers in Medellín. *Economía y Desarrollo Rural, 14*, 27-32. http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v14n1/v14n1a04.pdf

DANE. (2021, septiembre). *Boletín Técnico Mensual Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario Componente de Abastecimiento de Alimentos* [en línea]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/boletin_abastecimiento_sep21.pdf

DNP, Min Relaciones, Min Defensa, Min Agricultura, Min Trabajo, Min Comercio, Min Educación, Min Ambiente, Min Vivienda, Min Tecnologías, Min Transporte, & DIAN. (2020). Documento Conpes No 3982. Política nacional logística. 1-109.

Ensslin, S. R., Ensslin, L., Imlau, J. M. y Chaves, L. C. (2014). Processo de Mapeamento das Publicações Científicas de Um Tema: Portfólio Bibliográfico e Análise Bibliométrica sobre avaliação de desempenho de cooperativas de produção agropecuária. *Revista de Economia e Sociologia Rural, 52*(3), 587-608. https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000300010

Espinosa, H. R., Gómez, C. J. R. y Betancur, L. F. R. (2018). Factores determinantes de la sostenibilidad de las agroempresas asociativas rurales. *Revista de Economía e Sociología Rural, 56*(1), 107-122. https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560107

Flórez, D. H., Claudia, M., Uribe, P., Diego, G., Flórez, H. & Galvis, P. U. (2018). *Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario TIC para la investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario TIC para la investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario* [en línea]. https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7402636

Gaviria, S., Mejía, L., Castro, M., Gómez, E. y Castro, F. (2016). *Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia* [en línea]. https://mrv.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf

Kotler, P. & Amstrong, G. (2007). *Principios de Marketing*. Pearson Prentice Hall.

La Coordinadora para Organizaciones para el Desarrollo. (2018). La Carta Internacional de Comercio Justo. https://coordinadoraongd.org/wp-content/uploads/2018/09/Carta-Intern-Comercio-Justo.pdf

Lamb, C. W., Hair, J. F. & McDaniel, C. (2002). *Marketing* (6th ed.). Thomson.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business and Information Systems Engineering, 6(4), 239-242. https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Plan Nacional de Agrologística. Versión para discusión. https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/S3877-Plan Nacional de Agrologística.pdf

National Science Foundation. (2015). Cyber-Physical Systems (CPS). https://www.nsf.gov/pubs/2015/nsf15541/nsf15541.pdf

Niño-Ruiz, E. D., Allain, J. P., Montoya, J. A., Arango, J. L. M., Eisenhauer, M., E., M. del P. N., Franco, M. A., Álvarez-Láinez, M., Giraldo, N. C., Montoya-Quintero, O., Ayala, O., Abello, R. & Osswald, T. (2020). Colombia y la Nueva Revolución Industrial. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Ed.), Universidad EAFIT. https://doi.org/10.17230/9789585135116vdyc

Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Https://Www.Un.Org/Sustainabledevelopment/Es/Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible/. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Organización de las Naciones Unidas. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Quintero, R. (2018). Agrologística: clave para la competitividad del campo colombiano. Www.Semanarural.Com.

RADDAR. (2021). COVSUMER REPORT Entre vacunación y reaperturas, se recupera el gasto de los hogares en todas las ciudades.

Ricardo, H., Rodríguez Pérez, B., León González, J. L. & Medina León, A. (2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. Universidad y Sociedad, 10(3), 134–141. http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-8.pdf

Roblek, V., Meško, M. & Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. SAGE Open, 6(2), 11-22. https://doi.org/10.1177/2158244016653987

SAC. (2020). *El agro y la agroindustria en Colombia*. Consuelo Mendoza Editores. https://www.asohofrucol.com.co/img/pdflibros/3libro.pdf

Shostack, G. L. (1982). How to Design a Service. European Journal of Marketing, 16(1), 49-63. https://doi.org/10.1108/EUM0000000004799

Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C. & Carlberg, M. (2016). Industry 4.0. Policy Department a: Economic and Scientific Policy. In Policy Department A: Economic and Scientific Policy European. European Parliament. https://doi.org/10.2861/947880

Solarte, G. (2011). Asociatividad, empresarización y pactos territoriales: Claves del desarrollo de los territorios rurales.http://www.misionrural.net/publicaciones/pactos/empresarizacion_pactos_pdf.pdf

Villanueva-Mejía, D. F. (2018). Estudio sobre Bioeconomía. Anexo 1 Análisis Sector Agrícola y Pecuario. Estudios Sobre La Bioeconomía Como Fuente de Nuevas Industrias Basadas En El Capital Natural de Colombia, 1-49. https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe 2/ANEXO 1_Análisis sector agrícola.pdf

Ynzunza, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F. & Larios Osorio, M. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. Conciencia Tecnológica, 54, 33-45. https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html

CAPÍTULO 4

ARQUITECTURA DEL DISEÑO DE EXPERIENCIA DE UN SERVICIO DIGITAL PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL

Lina Nataly Alvarado Riaño[7]

4.1 Introducción

Los resultados obtenidos en los capítulos anteriores sirven como base para construir la arquitectura de diseño de experiencia de un servicio digital para el sector agroindustrial identificando como factores fundamentales el comercio electrónico como un canal de competitividad para las agremiaciones agrícolas o agroindustriales, también, permite la transformación digital de las personas involucradas en el negocio. Se seleccionó el *e-commerce business to business* (B2B) y *business to consumer* (B2C) para el desarrollo de la información que alimenta la experiencia. En otro aspecto, se utilizó en el diseño la estructura el componente de la página web y de la cadena de abastecimiento; los nodos de conexión de la información en la arquitectura se determinaron a partir de las interacciones de necesidades de los actores involucrados en el servicio y que va en coherencia con las estrategias del capítulo del Diseño De Servicio Digital Para El Sector Agroindustrial. Finalmente, se propone el flujo de información de requerimientos en la plataforma digital del intercambio de productos perecederos que conectan a los nodos.

7 Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Ciudad Universitaria - Teusaquillo, Bogotá. Diseñadora Industrial, Magister en Ingeniería - Ingeniería Industrial, Directora del Proyecto especial de Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Iniciativa 4.0 del Departamento de Extensión e Investigación y Coordinadora de proyectos de la March Global para Colombia.

Se utilizó una estructura descriptiva desarrollada bajo cuatro fases las cuales fueron la referencia, la sistematización, el diseño y por último la validación, Las primeras fases se muestran en el Capítulo 3 del presente libro. Para este capítulo se concluye en la fase 3, la cual permite construir la arquitectura del diseño de experiencia.

En la actualidad el comercio electrónico se ha consolidado como herramienta de productividad, logrando competitividad en el mercado al usar nuevos métodos de comercialización, de pago o transacciones que resultan para los consumidores más eficientes, con mayor disponibilidad y rapidez. Rodríguez *et al*. (2007) afirman que el entorno competitivo influye en la propensión de uso del comercio electrónico ya que las organizaciones pueden mantenerse vigentes, estos autores afirman que mantienen una comunicación directa con el cliente siendo una fuente importante para establecer nuevos productos, nuevas experiencias de marca, de uso, de innovación en las estructuras organizaciones y, en la actualidad permite observar las transformaciones digitales que se pueden obtener no sólo para determinar la demanda sino en la construcción de innovación sostenible debido al vinculo estrecho con el cliente o consumidos final debido al manejo de los datos producto de la transformación digital. Esta implementación de *e-commerce* en las empresas tiene un efecto positivo siempre y cuando se tenga una estrategia que involucre los componentes y requerimientos del *e-commerce* adecuados para así tener los indicadores correctos para evaluar e iterar procesos de manera coordinada y estructurada asegurando una práctica digital.

Desde la definición de comercio electrónico dada por Debabroto Chatterjee (2002), que la define como la aplicación de tecnologías web para entender a los clientes, permitiéndole comercializar productos, servicios y soluciones de mercado mediante las solicitudes y generando una posterior compra por parte de los clientes, acciones que se han convertido en un denominador común de las empresas contemporáneas obligando a los nuevos mercados a adaptarse y generar cambios que aseguren una competitividad en el mercado. En definitiva, el comercio electrónico es una herramienta eficaz para incrementar las ventas.

4.2 Contexto

4.2.1 Modelos de negociación en las familias agrícolas en el mundo

Estos modelos de negociación en las familias agrícolas se catalogan como la agricultura en pequeña escala que cada vez suscita interés a nivel mundial, siendo una tendencia de comercio que no es ajena a nuestro territorio. Para definir qué es la agricultura en pequeña escala primero es necesario sentar las bases conceptuales y definir los términos es éstos sistemas, partiendo así de la compresión que una cadena productiva es un sistema constituido por actores interrelacionados y por una sucesión de

operaciones de producción, transformación y comercialización de un producto o grupo de productos en un entorno determinado, como vemos existe una interrelación entre actores, acciones, relaciones, transformaciones y productos (Van Der Heyden, 2004). Existen cadenas largas y cadenas cortas las cuales se clasifican según su escala y longitud de cadena. La definición dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) "La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres" delimitando aquellas pequeñas producciones donde no hay mano de obra industrial. Esta definición evidencia la pequeña escala de esta producción, aunque se estima que el 80 % de las explotaciones agrícolas de la región pertenecen a la agricultura familiar como se estipula en el informe de CEPAL (2016) en su estudio internacional y latinoamericano enfocado en estas cadenas productivas, se evidencia la gran importancia que tiene este tipo de acciones locales para el desarrollo rural y agrícola de una región.

El impacto que tienen los modelos de negociación en las familias agrícolas abarca desde la seguridad alimentaria de una región encargándose de la producción de alimentos para el consumo interno, e incluye otros impactos positivos que comprenden desde el desarrollo de acciones sostenibles para el medioambiente hasta la conservación de la biodiversidad siendo estas las ventajas de potenciales a estos modelos de negocio. Según este mismo informe de la CEPAL (2016) se determinan los siguientes datos que reafirman la importancia que tienen este tipo de modelos para Latinoamérica, representando un 19 a 20 % de la producción agropecuaria en Argentina y Paraguay, en Chile aproximadamente del 25 %, el 30 % en Uruguay y 38 % en Brasil.

Dependiendo del tipo de cadena y sus características se identifican los modelos de negociación, las que competen en este estudio se evidencia la coordinación de redes colaborativas a partir de las ferias agro-ecológicas o de venta directa con/sin apoyo público, la venta de "canastas" (denominada también como la agricultura por confianza), venta en restaurantes y hoteles (que buscan dar valor agregado a su servicio), la venta directa por internet y tipos de venta en tiendas especializadas que se realizan directamente por internet, en tiendas especializadas. La modalidad de ventas directas por internet ha ido en tendencia de crecimiento por el desarrollo tecnológico y la accesibilidad a ésta, dadas las diferentes formas que esto puede tomar dependiendo de las configuraciones se tienen las que son generadas por individuos privados, y las generadas por colectivos o grupos ya sean públicos o privados.

4.2.2 E-commerce *en la agroindustria*

La tendencia de la economía desde 1960 se ha centrado en el desarrollo de tecnología para aumentar la producción, que si bien no ha sido enfocada desde sus inicios en mejorar los sistemas agrícolas en la actualidad la tecnología empieza a relacionarse directamente con procesos como el comercializar en todos los campos de producción. Es por ello que el comercio electrónico es una acción clave para el acceso a nuevos mercados y permite a la agricultura en pequeña escala tener poder de negociación directamente con el consumidor, estos nuevos procesos de desarrollo ha impactado la agricultura a pequeña escala debido a que tienen mucho más potencial pues desde los mecanismos denominados "vínculos de crecimiento" se ve estrechamente el desarrollo global vinculado con el crecimiento agrícola, como afirma el grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición - HLPE (2013). En este mismo informe se evidencia el desarrollo rural a nivel mundial donde los pequeños productores han empezado a elaborar nuevos productos y servicios que procuran tener valor agregado desde varios enfoques, adicional fomentan el acceso a servicios como plataformas de comercio online que les permite a estos productores sacar partido de sus inversiones donde los mercados internos tendrán crecimiento en aras de fortalecer la economía. Uno de los factores críticos que tiene estas nuevas oportunidades de comercialización es la gran organización que deben tener los pequeños productores, pues es a partir de esta estructura social y colaborativa que se generan y propician las condiciones favorables para desarrollarse, estas estructuras deben ser representativas y eficaces en aras de fortalecer esas capacidades colectivas que esté coordinado en diferentes niveles estratégicos, es acá donde la asociatividad es una estrategia importante para sostener el *e-commerce* en las familias o agremiaciones agrícolas o agroindustriales. Es fundamental para la agroindustria de pequeña escala el acceso a los mercados actuales tanto para la competitividad como para la seguridad alimentaria del país, siendo la falta de acceso a los mercados con la falta de inversión lo que ha presentado la carencia en su desarrollo, esto no les ha permitido tener una mejor organización, crear mercados internos más transparentes y competitivos a partir de incentivos y reforzando los mercados locales donde los productores y consumidores se reúnan directamente, es decir debe existir un canal de oferta y demanda que permitan esta dinámica para lo cual los pequeños productores deben recibir apoyo desde los planes de desarrollo e inversión del Estado que garantice precios y condiciones estables, transparentes y claros que permita un comercio justo.

Aquellos cambios en la demanda de los consumidores se evidencia en las tendencias para el 2021 dadas por Forbes, se constata la tendencia en la compra y comercio electrónico, la cual es denominada como realidad *phygital*, donde la permanencia de los consumidores en casa por preferencia a la comodidad que representan estos espacios propicia e impulsan las ventas de comercio electrónico generando así oportunidades de *e-commerce* o comercio electrónico para la agricultura de

pequeña escala teniendo un contacto directo con el consumidor y garantizando procesos de negociación transparentes y justos.

4.2.3 Componentes del e-commerce

De acuerdo con la revisión bibliográfica dada por Avilés *et al*. (2011) en un estudio sobre adopción y uso de *e-commerce* desde la perspectiva de cliente se determinó que existen componentes que determinan el grado de atracción, de usabilidad, funcionalidad e información que son relevantes para realizar una transacción desde un canal digital como una página web. Estos componentes engloban todo lo que influye en el consumidor para que se genere una compra en línea. El *e-commerce* como ecosistema debe analizarse bajo los componentes teniendo en cuenta factores externos, internos y experiencia de usuario como se muestra en la Tabla 1 basada en el estudio realizado por Mazon *et al*.; en el que se explica cada uno de estos componentes y sus subcomponentes. El primer componente es el entorno organizacional o interno de ese ecosistema, donde se establecen cinco ítems: el primer ítem, el reconocimiento de las TIC dentro de la organización, donde se evidencia que tipo de tecnologías usan dentro de la organización para los procesos comerciales; el segundo ítem de recurso humano es todo el personal disponible que tenga conocimiento de la utilización de medios tecnológicos y posea habilidades para realizar procesos de comercio electrónico; el tercer ítem es el recurso del negocio, el cual es enfocado en la comunicación organizacional y todas aquellas capacidades e intangibles que existen en el negocio y permiten su funcionamiento; el cuarto ítem relacionado con los recursos tecnológicos son todos esos tipos de sistemas tecnológicos (*hardware* y *software*) relacionados en la operatividad del negocio; y finalmente el quinto ítem denominado como administración de TIC en donde se determina el grado de administración de las tecnologías en la organización. El segundo componente es el entorno externo, compuesto por dos ítems. El primer ítem de este componente es la fuerza del mercado para la preparación digital, eso quiere decir que debemos evaluar la implementación de las tecnologías según la adopción del mercado; es decir, el segundo ítem son los soportes y preparación de instituciones que brindan respuesta ante las necesidades de la empresa. El tercer componente del *e-commerce* está relacionado a la experiencia de cliente, este se divide en dos grandes ítems; el primero contempla la utilidad percibida, la facilidad de uso y finalmente la confianza; el segundo ítem se relaciona con la adopción del usuario al comercio electrónico.

Tabla 1. Componentes del *e-commerce*

1. Entorno organizacional o interno	
Reconocimiento de las TIC	Utilización de tecnologías dentro de los procesos comerciales de la organización.
Recurso humano	Disponibilidad de personal de trabajo con experiencia oportuna de la utilización de medios tecnológicos y otras habilidades necesarias para fundamentar el comercio.
Recursos del negocio	Enfocado en la comunicación organizacional y las capacidades de intangibles existentes en el negocio.
Recursos tecnológicos	Grado de innovación tecnológica de la organización y los tipos de sistemas relacionados en la operatividad del negocio.
Administración de TIC	Grado de administración de las tecnologías en el enfoque de productividad y la competitividad de las empresas o negocios.
2. Entorno externo	
Fuerza del mercado para la preparación digital	Estipulación del mercado para la implementación de tecnologías dentro de la empresa.
Instituciones de soporte de la preparación digital	Preparación o soporte de los medios tecnológicos basado en servicios o instituciones privadas.
3. experiencia de usuario	
Percepción de las tecnologías	
Utilidad percibida	Grado de satisfacción al emplear un sistema en particular, mejorando su desempeño en el trabajo.
Facilidad de uso percibida	Grado de satisfacción al emplear un sistema en particular, realizando menos esfuerzo para desempeñar tareas específicas.
Seguridad y privacidad	Grado de uso dada por medio de la cobertura de cyberseguridad y seguridad en el uso de datos personales.
Confianza	Grado de percepción sobre la honestidad dado en términos de familiaridad y experiencia.
Adopción del Comercio electrónico	
Beneficios percibidos de las TIC	Efectos detectados de la implementación o uso de las TIC con una orientación estratégica adecuada dentro del entorno.
Beneficios percibidos del comercio electrónico	Efectos dados por la adopción del comercio electrónico interactivo dentro de las empresas.
Intención de compra	Efectos dados en término de preferencia del consumidor con respecto a otros productos.

Fuente: adaptada de Mazon *et al*. (2018).

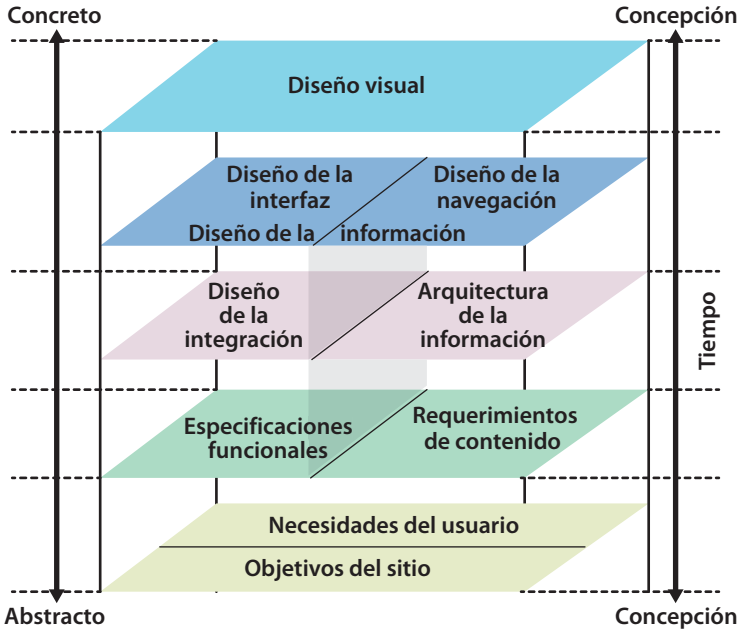
Estos tres grandes componentes hacen parte de las categorías que debe contemplar un comercio digital para asegurar una eficiente planeación de elementos que permitan tener un buen funcionamiento y rendimiento a futuro, si bien esto no asegura el éxito si permite evaluar las oportunidades, facilidades, puntos de mejora y dificultades que determinarán acciones concretas en el proyecto.

4.2.4 Requerimientos del e-commerce

En términos de requerimientos técnicos del *e-commerce* tienen cinco niveles de requerimientos y cada uno de ellos aporta lineamientos para la construcción y generación de un *e-commerce*, estos cinco niveles dados por Garret (2002) que se visualizan en la ilustración 1.

- El primer nivel responde a los requerimientos técnicos los cuales se determinan alineados y coordinados con los objetivos del sitio web, estos requerimientos técnicos permitirán elegir la tecnología o plataforma que se adapte y permita dar solución a los objetivos del negocio.
- El segundo nivel, determina los requerimientos de contenido, donde se estructura la información que aporta y debe nutrir la estructura de la plataforma web.
- En el tercer nivel se estructura los requerimientos de la arquitectura de la información donde se determina acciones concretas de la comunicación como el lenguaje, tono y voz de este.
- En el cuarto nivel se estructura los requerimientos de navegación los cuales comienzan a darle sentido a la interacción que tendrá que pasar el usuario para realizar acciones. Finalmente pasar al último nivel de requerimientos visuales, donde determinará los elementos visuales que estarán dentro de la plataforma.

Figura 1. Niveles de experiencia de usuario en el diseño web



Fuente: Garret (2002).

Se puede concluir de la anterior ilustración que el primer nivel es estratégico, identificando los objetivos de la web los cuales deben responder a la investigación de los usuarios a partir de diferentes metodologías de diseño y antropología como por ejemplo métodos etnográficos, psicográficos, *design thinking*, diseño participativo entre otros. El segundo nivel corresponde a la estructura ya que comienza a dar las especificaciones de funcionalidad y requerimientos de la web que serán un set de herramientas o descripciones detalladas que debe incluir el sitio web para satisfacer las necesidades identificadas en el primer nivel. El tercer, cuarto y quinto nivel comienzan a estructurar la arquitectura del sistema de navegación, organización y todo lo relacionado al prototipo de la página, incluyendo el diseño visual, de interacción de información y de interfaz.

4.2.5 Indicadores del e-commerce

Los indicadores nos permiten evaluar la usabilidad, interacción y experiencia del usuario en el *e-commerce*, esta es una validez de contenido que permite cuantificar la pertinencia de la información dada en la estructura y arquitectura de la información. Pueden ser usados métodos cualitativos y cuantitativos para la evaluación de cada uno de los indicadores, esto dependerá de la herramienta usada para medir y también de la capacidad de los recursos con los que se cuente. Los indicadores de un *e-commerce* según varios autores son la facilidad de uso, la conveniencia o utilidad percibida, confianza o credibilidad, la seguridad y privacidad de la información, la cercanía percibida y la intención de compra.

La facilidad de uso es un constructo donde se evalúa la percepción del uso libre de esfuerzo (Alshare *et al*., 2005), siendo definido como el "grado en cual el cliente percibe que realizar una compra online es fácil, tanto en entendimiento como en llevarla a cabo".

La confianza o credibilidad está relacionada con términos fiabilidad y precisión, donde se evalúa la calidad de la información percibida por el usuario como legítima, esto afecta la reputación y fidelización con el cliente. Este indicador evalúa la información brindada la cual debe ser exacta y entregada a tiempo para así fortalecer la satisfacción al consumidor (Swaid y Wigand, 2007).

La seguridad y privacidad de la información es el grado en que los clientes creen en la protección de sus datos entregados a la plataforma de comercialización. Este indicador es fundamental para asegurar el éxito en una plataforma donde se desean realizar transacciones económicas. El indicador de cercanía es definido por parte de Avilés *et al*. (2011) como "el grado en que la oferta de productos satisface las preferencias individuales de los clientes" ejerciendo una comunicación en doble vía el logrando una cercanía en los hábitos de compra, preferencias y necesidades. El último indicador es la Intención de compra, este indicador permite proyectar la probabilidad de retorno de la inversión.

4.3 Resultados

4.3.1 Propuesta de componentes de e-commerce

En la propuesta de requerimientos para el desarrollo de *e-commerce* inicia con un proceso metodológico de búsqueda de información el cual permite mapear la información en la construcción de la propuesta, este proceso tuvo como énfasis la búsqueda de información relacionada con *e-commerce* y sector agroindustrial; se realiza un cuadro descriptivo y comparativo de 15 artículos más relevantes de un total de 50 seleccionados, de esta manera se obtiene información relevante para la construcción de los componentes de *e-commerce*. Como se evidencia en la tabla 2, en la que se sintetiza un análisis esquemático de cuatro artículos seleccionados de manera aleatoria para este capítulo.

Tabla 2. Documentos relevantes en el levantamiento de información

No.	Nombre	Resumen	Metodología usada	Tipo de *E-commerce*	Descripción Positiva	Descripción Negativa
1	Mejora de la gestión logística con la integración del *e-commerce* en empresas agroindustriales: una revisión de la literatura científica en los últimos 10 años.	La presente investigación tiene como objetivo analizar los estudios relacionados a la gestión logística con la integración del *e-commerce* en empresas agroindustriales publicados durante los últimos 10 años, donde se encuentren información relevante como casos de estudios, aplicaciones y definiciones conceptuales, que sustenten la investigación.	Análisis de artículos, contrasta información e indaga datos de información.	Análisis de información sobre *e-commerce* en agroindustria.	Variables como el pago, el servicio al cliente, cambios tecnológicos, abastecimiento, compras y la distribución física.	Las limitaciones encontradas en la investigación están relacionadas directamente con los estudios que no tienen relación directa con las variables y el sector, en el mayor de los casos solo se encuentra información con las variables, permitiendo limitar a obtener información netamente del sector esto demuestra que no existen muchas en el sector agroindustria. Por otro lado, la recomendación para próximas investigaciones es enfocarse en realizar una búsqueda más práctica y minuciosa para no albergar mucho tiempo buscando información.

No.	Nombre	Resumen	Metodología usada	Tipo de *E-commerce*	Descripción Positiva	Descripción Negativa
2	Modelo para la adopción del comercio electrónico en el sector agroindustrial mexicano.	En este trabajo se propone un modelo para la adopción del comercio electrónico en las pequeñas y medianas empresas (Pyme´s) del sector agroindustrial mexicano. El modelo final consta de dieciocho variables, distribuidas en siete submodelos, que son: Factores organizacionales, características técnicas, comunicación, factores ambientales, factores psicológicos y culturales, apoyo gubernamental y adopción del comercio electrónico.	Análisis de artículos, luego encuestas a diferentes empresas en sectores de México con la data analizada contrastan variables importantes y como impactan en el proceso.	implementación *e-commerce*.	Segmentan a diferentes industrias que se complementan se encuentran en la misma cadena (campo producción primaria, empaque y otras actividades como transporte maquinaria, etc. Describen a sieste variables de adopción digital: factor organizacional, características técnicas, comunicación, factores ambientales, factores psicológicos y culturales, apoyo gubernamental y adopción al comercio electrónico.	Solo es metodología no implementación.
3	Modelo de negocio electrónico para empresas agroindustriales cubanas.	Objetivo desarrollar un modelo de negocio para las empresas agroindustriales cubanas que les permita potenciar la utilización de los negocios electrónicos y solventar las deficiencias identificadas.	Diseño de modelo de negocio (B2B).	Marketing, atención, transacciones y relaciones de negocio.	Aceptación y valoración por pate de las empresas que consideran importante esta gestión de implementación digital.	Los vendedores deben pagar para publicar y lograr un mejor posicionamiento de sus productos y servicios en estas plataformas. Estos espacios son administrados por terceros, situación que obliga a las organizaciones con presencia en estos medios a cumplir los estándares operacionales y tecnológicos exigidos por sus propietarios.

No.	Nombre	Resumen	Metodología usada	Tipo de *E-commerce*	Descripción Positiva	Descripción Negativa
4	Cooperativismo 2.0: presencia en Internet y desarrollo del comercio electrónico en las cooperativas oleícolas de Cataluña.	La presente investigación busca conocer si los sitios Web de las cooperativas oleícolas facilitan una comunicación eficaz con sus públicos objetivo y están adaptadas al comercio electrónico.	Análisis de referentes *(benchmarking)* y metodología EMICA (Extended Model of Internet Commerce Adoption).	Web analiza todas las variables.	Analiza las tecnologías de la información y de la comunicación como es el uso de Internet en todas sus dimensiones, evaluando cada una de ellas para hacer un análisis holístico.	El modelo eMICA tiene como principal desventaja que únicamente mide la presencia o ausencia de un servicio o aplicación, pero no mide la facilidad de encontrar un recurso o el tiempo para acceder a él, es decir, no evalúa la usabilidad de la página.

Fuente: elaboración propia.

El proceso inicio con la selección de artículos y estudios relacionados con *e-commerce* y diseño de experiencias en plataformas de compra digitales en el sector agroindustrial, se relaciona así con dos palabras claves que estuvieron direccionando la investigación "*e-commerce*" y" agroindustria". Dentro de los artículos seleccionados se tienen documentos que abarcan dos tipos de comercialización, desde plataformas B2B hasta B2C. Teniendo esto en cuenta se ve la gran oferta y variedad de las capacidades que pueden ofrecer los *e-commerce* en cuanto a la estrategia de venta, teniendo esa característica de versatilidad permite evidenciar las ventajas de este estudio. Los estudios relacionados a *e-commerce* están conectados con logística, mercadeo, cooperativismo, estrategias competitivas y con nuevas tecnologías. Algunos de los artículos son casos de aplicación puntuales que nos permiten comprender los componentes, pero otra gran parte de la información que resulta de valor para la construcción del estudio son análisis y *benchmarks* que permiten resolver y tomar determinaciones útiles para la toma de decisiones. Otro de los determinantes para esta consolidación de información fue la búsqueda de referentes que tuvieran un contexto cercano o similar, por ello la mayoría de los artículos seleccionados son de referentes de países como Cuba, México, Brasil, España y Ecuador. Siendo México el país que tiene la mayor cantidad de artículos seleccionados.

4.4 Metodología

Las metodologías usadas en cada uno de los artículos varían dependiendo del objetivo de la investigación, algunos con métodos cualitativos y otros con métodos cualitativos. En esta investigación se recopila aquellos que reducen el nivel de incertidumbre del proceso permitiendo determinar acciones y procesos que aportan en el desarrollo de componentes para el desarrollo de un *e-commerce* para el sector agroindustrial. Entre las primeras metodologías se encuentran las investigaciones sobre mercados donde se realizan *benchmarks*, con análisis y contraste de información. La metodología desarrollada por Perdigón y Viltres (2020) que determina la medición de los sitios web utilizando cinco clases de información: la primera a partir de un proceso de contabilización, la segunda información a partir de un método automático; la tercera información a partir un método de computación numérica; una cuarta información a partir de métodos de opinión de usuarios; y finalmente la quinta información a partir de un método combinado. Por otro lado, el método de análisis de las tendencias del mercado actual donde se determina que uno de los grandes impactos del COVID-19 en términos de tendencias son las compras en línea, la robótica, los servicios de pago digital, el soporte de redes para la comunicación a distancia, el uso de drones, los servicios de comunicación 5G, la impresión 3D, así como todo lo que se requiere para optimizar una cadena de suministro acorde a la cuarta revolución industrial.

Los métodos de desarrollo de *e-commerce* se encuentran dos grandes metodologías, una es Seis sigmas y la otra es la desarrollada por Sepúlveda *et al*. (2016) en un modelo de adopción de comercio electrónico en el sector agroindustrial mexicano.

La primera es la es metodología Six sigma, esta metodología surge como respuesta a la perfección de producción de una empresa tecnológica, donde se reúnen herramientas y técnicas para la satisfacción total del cliente. Es a través de la reducción de la variabilidad de los procesos, o a la eliminación sistemática de todas las causas de ineficacia e ineficiencia de las organizaciones, para alcanzar una medida del rendimiento. Este proceso sigue un esquema definido así: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Definir es la primera fase del ciclo donde se define el proyecto, los miembros del equipo de trabajo y las características críticas a la calidad. El segundo es medir donde las características críticas de calidad seleccionadas en la anterior etapa se ponen a prueba mediante el uso de herramientas estadísticas. La tercera fase es analizar, esta fase del ciclo busca la causa raíz del problema o las variables que afectan la característica crítica de calidad seleccionada. La cuarta fase es mejorar, en donde se define un plan de acción enfocado en atacar las causas raizales, proponiendo es cambios en el proceso se validan mediante el monitoreo con las herramientas estadísticas para poder comprobar su efectividad. La quinta fase es controlar, esta última fase del ciclo se procede una vez más a dirigir el proceso de mejora bajo herramientas estadísticas que monitoreen y controlen las mejoras presentadas y validadas. Sigma Bajo se basa en la mejora continua hasta alcanzar resultados positivos por ello debe ser reiterativo y constante.

La segunda de metodología de desarrollo desarrollado en el modelo para la adopción del comercio electrónico en el sector agroindustrial mexicano donde se desarrollan bajo siete factores: el primero organizacional, el cual se refiere a los procesos organizacionales, a las estrategias y políticas que sigue la empresa para buscar posicionarse en el mercado y conseguir nuevos clientes como los descuentos, promociones, participación del usuario e interacción con el cliente; el segundo factor son las características técnicas las cuales son todos aquellos aspectos o variables que configuran el estado e identidad actuales de la empresa como experiencia en sistemas de seguridad y de transacción, costo-beneficio y ventaja percibida; el tercer factor es la comunicación, donde se evalúa el contacto con el cliente con factores como el uso del internet en el negocio, los canales de comunicación y el monto de promedio de gasto con respecto a la comunicación; el cuarto factor es el ambiental el cual tiene elementos que pueden tener impacto dentro y fuera de la organización como presión externa, competencia de la industria y socios y proveedores de la empresa, ya sea de forma directa o indirecta y de forma física o digital, también son los cambios imprevistos (capacidad de adaptarse al cambio) en la industria; el quinto factor son los factores psicológicos y culturales los cuales son los que influyen en el comportamiento de compra del consumidor hacia una empresa que se mide a partir de la lealtad de los clientes, la evaluación de satisfacción de los clientes, la comodidad con el pago (ya que es directamente relacionado con *e-commerce* o compras digitales); el sexto factor es el apoyo gubernamental donde a infraestructura nacional y la Información necesarias para que la empresa pueda acceder a clientes, socios y mercados potenciales.

4.4.1 Componentes de un e-commerce

Se determina que existen tres grandes componentes que deben plantearse para el desarrollo de un *e-commerce*. Estos componentes permiten determinar una buena configuración que eleve la complejidad y fortalezca el posicionamiento del comercio electrónico. Realizar una buena selección de componentes del e-commerce es clave para así determinar una buena interacción entre los actores implicados, minimizar costos y esfuerzos lo cual asegurará en gran medida el éxito del modelo de negocio y un buen comercio electrónico. Estos componentes ofrecen comprender el sistema no solamente en términos de web sino de un ecosistema de acciones, actores y procesos que permiten asegurar una buena práctica.

4.4.2 Mercado

El mercado está compuesto por diferentes actores que establecen relaciones comerciales con las empresas agroindustriales, entre este componente entran los clientes y socios comerciales. Los clientes se definen como aquellos actores que utilizan o requieren un servicio o producto específico realizando un contacto con un establecimiento comercial para satisfacer esa necesidad, estos pueden ser una persona o entidad. Determinar el primer componente requiere definir el tipo de mercado o comercialización a partir de los clientes, por ello debe definirse si será:

1. *Business to business* lo cual se traduce como negocio a negocio.
2. *Business to consumer* lo cual se traduce como negocio a consumidor.

Existe una adicional la C2C traducida como consumidor a consumidor, esta no será tenida en cuenta en la propuesta, sin embargo, es importante su mención ya que es otro tipo de modelo de comercialización. Dependiendo de las características del consumidor dependerá el tipo de comercialización a usar, si desde el modelo de negocio se determina que los usuarios a los cuales debe ir estructurado el e-commerce. El mercado entonces como primer componente se basa en realizar la definición de clientes sin dejar de lado los socios comerciales, pues es en este primer componente donde definimos los tipos de usuarios que tendrá el *e-commerce*.

4.4.3 Portal web

Este componente es lo que posibilita la interacción entre los actores, es aquí donde se visualizan factores claves como ofertas de valor y debe permitir la adquisición de productos al entender que es una plataforma de comercialización siendo estas dos de un carácter importante para el éxito. Esto debe facilitar un intercambio de información tanto hacia los compradores como socios comerciales, es por ello por lo que desde la usabilidad hasta la utilidad debe ser medida en el portal web, pero esto no debe limitarse solo a la experiencia dada en el portal web sino también entender elementos previos al contacto con el comercio digital como el marketing

digital, acciones de soporte y finalmente las relaciones de negocio. Vamos a entrar a detalle en cada una de ellas:

- Marketing digital: el marketing entendido como aquellas técnicas y estudios que tiene como objetivo mejorar la comercialización de un producto, al tener el sobrenombre de digital serán todas aquellas técnicas llevadas a cabo por canales y plataformas digitales sean entendidas como redes sociales, blogs, etc. Para estrategias de marketing digital se requiere un buen posicionamiento orgánico en motores de búsqueda del portal y también contar con unas buenas reseñas de productos y servicios ofrecidos. Es por eso importante vincular las redes sociales al portal web, tener una clara segmentación de los criterios y preferencias de los clientes según sus necesidades que permitirá adecuar el negocio según las necesidades, Contar con la recomendación de los usuarios asegura una mayor aceptación e incentiva a la compra de aquellos que no se han decidido a comprar.
- Atención al cliente: esta es una de las acciones que deben tener las empresas si desean estrechar su relación con los clientes y lograr la fidelización. Debemos recordar que una de las características de las plataformas digitales es esa comunicación en tiempo real, permitiendo monitoreos 24/7 y comunicaciones entre actores a partir de redes. Esta comunicación debe ofrecer la seguridad para los actores por ello deben hacerse perfiles oficiales certificados, que monitoreen los comentarios y permitan seguir las interacciones, esta atención al cliente debe ser seguro y confiable para así generar un lazo duradero con los clientes.
- Transacciones: la finalidad del *e-commerce* es realizar un intercambio de dinero por bienes sin tener que recurrir a un espacio físico, por ello la transacción es fundamental para el modelo, es una funcionalidad principal que debe ser bien desarrollada pues debe contemplar los métodos de pago teniendo la máxima flexibilidad y seguridad cibernética. Esto en cuanto los elementos técnicos primordiales están en ligereza, empleo de transferencias bancarias, mecanismos de pago y cobro, integraciones con pasarelas de pago virtual de los bancos en los territorios donde operará la plataforma y desarrollo que asegure procedimientos y herramientas que protejan la información que se procesa en las computadoras, dispositivos móviles, redes y sistemas electrónicos.
- Relaciones de negocio: estas deben estar muy claras para los socios comerciales y proveedores a partir de información legal, contractual y datos de contacto que permitan una transparencia en la información. Esto tiene como finalidad tener una base de comunicación con los socios comerciales fuerte y clara. Esto contribuye también a incrementar la captación de nuevos proveedores y a ampliar la cooperación con estos.

En el componente de portal web se debe comenzar el proceso determinando la experiencia completa de los involucrados y de los diferentes momentos de interacción directa e indirecta, teniendo los puntos claves como marketing digital, atención al cliente, transacción y relaciones de negocio.

4.4.4 Cadena logística

Este componente del *e-commerce* asegura que los productos y mercancías que son pedidos por el cliente o usuarios realmente lleguen a las manos de este, con menos costos y mayor eficiencia. La cadena está integrada por actividades como estudio de la demanda, las compras, planificación de los pedidos, producciones, almacenaje, transporte, embalaje y servicios al cliente que si todo su funcionamiento es adecuado asegurará la satisfacción del cliente y la oferta de valor.

- Estudio de la demanda: con un análisis previo sobre la cantidad de bienes y servicios requeridos por un grupo de personas de un mercado determinado permiten preparar la empresa para tener la cantidad suficiente de productos y servicios. Este análisis de demanda permite proporcionar un precio acorde, determinar tendencias necesidades y culturas esto determina directamente la cantidad de artículos, productos o servicios producidos por la empresa.
- Planificación de los pedidos: esta planificación busca factores para bajar costo y aumentar el rendimiento, estas acciones de gestión es un paso fundamental para el apropiado funcionamiento de cadena logística pues en caso de no hacer una buena gestión pueden tener problemas como "falta de *stock*, no tener límites de almacenamiento ni capacidad de acumulación" que a través de una sistema de información informático posibilita esa esas operaciones, teniendo control sobre el almacén y la última milla, este último término comprende el proceso cuando se realiza una compra online de un producto es el último trayecto para cumplir la entrega final. En este proceso de control desde almacenaje y despacho permite hacer eficiente las rutas de operación de la última milla.
- Producción: comprendiendo la demanda y capacidad de almacenamiento se debe determinar la producción que reduzca pérdidas y residuos, al ser productos agroindustriales la calidad y manipulación de los productos depende de transporte y tiempos de entrega pues el delimitar procesos de producción.
- Almacenaje: definida como la función logística que permite mantener guardados y custodiados en buen estado los productos, este almacenaje debe ser planeado para que asegure un buen acceso y manejo de la mercancía. Pueden tenerse diferentes puntos de almacenamiento: dados por tipo de producto y si hay un intermediario que realiza este proceso este se llama almacenaje con productos intermedios. Otra característica

del almacenaje es si esta estará hacia una demanda regional, o será dispuesto de manera temporal. Esto es importante para asegurar que los productos ofrecidos en el *e-commerce* estén en buen estado.

- Transporte: se encarga del envío al destino acordado donde en ese transporte de productos se asegure la protección mientras se realiza el proceso; variables como las rutas de distribución, la logística inversa (cuando se requiere recoger y procesos de devolución) y las medidas de bioseguridad que garanticen las entregas seguras dado el proceso del contexto con el COVID-19 no puede dejarse pasar estas acciones de bioseguridad. Si es un tipo de plataforma que desea llegar a entornos locales deben entonces soportar ese transporte en vehículos logísticos de carretera, permitiendo flexibilidad en horas, rutas y despachos.
- Embalaje: el embalaje corresponde a todo aquello necesario en el proceso de acondicionar los productos para protegerlos, y/o agruparlos de manera temporal pensando en su manipulación, transporte y almacenamiento. Este embalaje debe cumplir con las normas vigentes, mostrar la información de uso y tener datos fundamentales como la fecha de vencimiento. Esto tiene como características fundamentales proteger el producto y también debe permitir identificar la marca.

Si bien esto no está directamente relacionado con el *e-commerce* si hace parte de las actividades que deben tenerse en cuenta para que el proceso dentro del *e-commerce* sean exitosas, por ello debe generarse primero un modelado general del sistema para así determinar puntos críticos que pueden afectar la experiencia de usuario en el *e-commerce*.

4.5 Discusión

La arquitectura de la experiencia propone el desarrollo de los requerimientos a partir de dos componentes anteriormente descritos en detalle, el componente del portal web y el componente de la cadena de logística; para iniciar este desarrollo se debe tener en cuenta el proceso de diseño que se muestra en la ilustración 2. Esta ilustración inicia con la metodología de búsqueda de la información; la cual se desarrolló en los primeros capítulos del libro; esta metodología está compuesta por cuatro fases, la primera es, la referencia en la que se obtiene un número importante de datos a través de información primaria y secundaria en esta ilustración además se detalla varias herramientas de extracción de información por cada fase; la segunda fase corresponde a la sistematización de la información desarrolla en capítulos anteriores en especial el primero y segundo; la tercera fase habla del diseño del servicio y de la experiencia; el diseño del servicio se puede observar en el capítulo nombrado Diseño de Servicio Digital para el Sector Agroindustrial y la arquitectura de la experiencia en el presente capítulo.

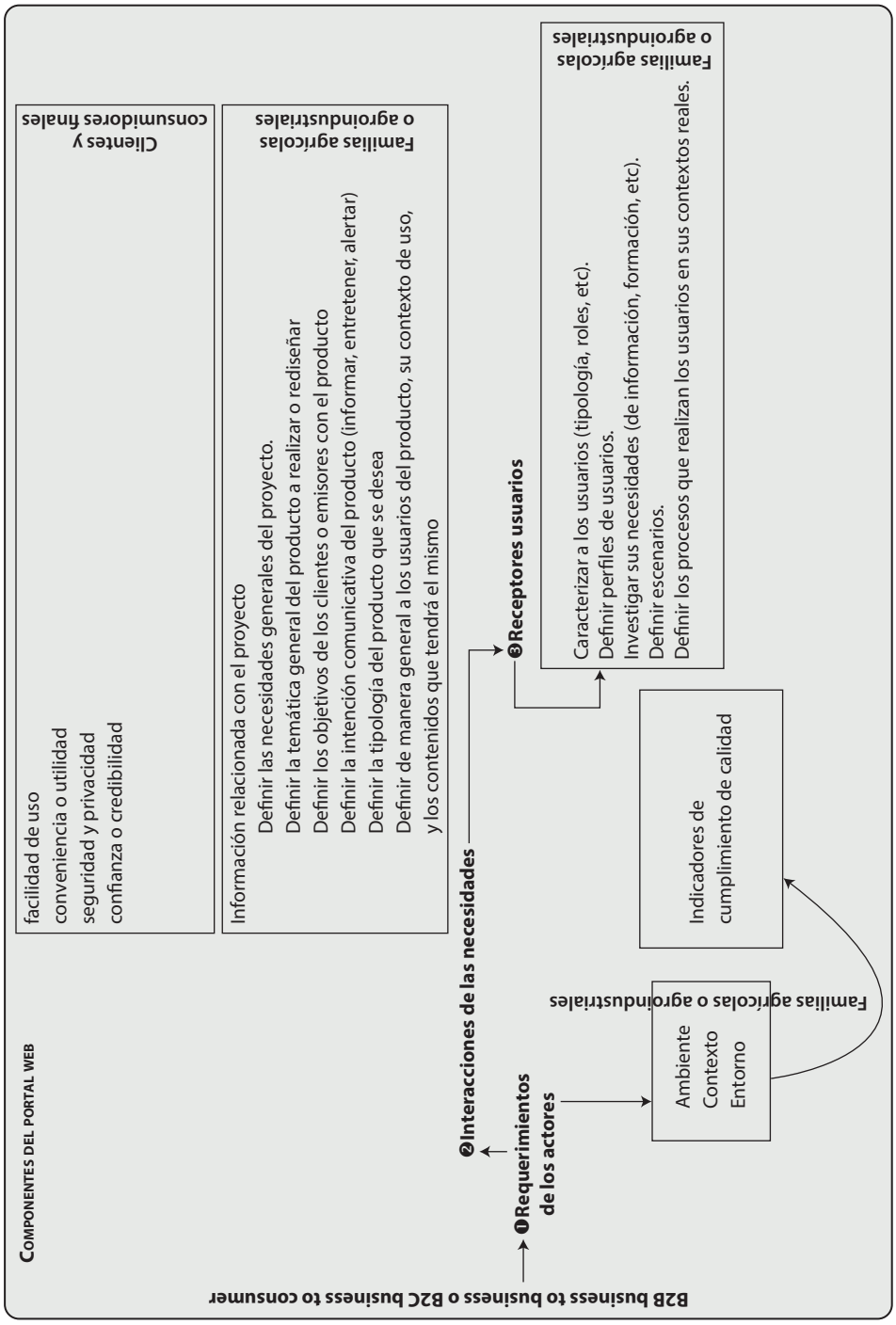
Figura 2. Arquitectura de construcción del servicio y la experiencia de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos

Técnicas para la extracción de información:	Componentes del portal web
Técnicas muy usadas para la búsqueda de información: Tormenta de ideas (brainstorming). Focus group Crítica de diseños anteriores. Diseño participativo. Tormenta de idea de necesidades de información (brainstorming). Escenarios. Personas. Benchmarking (análisis competitivo). Análisis de frecuencia de texto (repetición de términos y conceptos en los contextos.	**Las referencias ❶** Información disponible para ser analizada, adaptada o debatida en el diseño de la experiencia.
Técnicas muy usadas para la búsqueda de información: Tormenta de ideas (brainstorming). Focus group Crítica de diseños anteriores. Diseño participativo. Tormenta de idea de necesidades de información (brainstorming). Escenarios. Personas. Benchmarking (análisis competitivo). Análisis de frecuencia de texto (repetición de términos y conceptos en los contextos.	**La sistematización ❷** Caracterización y debate de la información obtenida para el diseño de la experiencia.
Técnicas básicas dentro de un proceso de diseño: Reunión Entrevista y encuesta Observación Revisión bibliográfica Consulta a experto Representación y mapeo Técnicas muy usadas para diseñar el producto: Diagramación en papel. Diagrama de organización (blueprint) Diagrama de funcionamiento (flow diagram). Diagrama de presentación (wireframe). Etiquetado (labeling). Prototipado digital.	**El diseño ❸** Propuesta de la construcción de la experiencia.
Técnicas muy usadas para el funcionamiento del producto: Análisis de tareas (task analysis). Flujogramas. Paseo cognitivo (cognitive walkthrough). Técnicas usadas para hacer los test del diseño planteado: Crítica de diseño con usuarios y clientes (critic design). Pruebas con usuarios (user test). Evaluación heurística (heuristic test). Mapeo de clics dentro de la pantalla del producto (mouse tracking). Monitorización o seguimiento visual (eye tracking).	**La validación ❹** En la que se comprueba la calidad de lo propuesto.

Fuente: elaboración propia.

Esta arquitectura concentra su desarrollo en tres actores involucrados, el primero son las agremiaciones campesinas, agrícolas o agroindustriales; los clientes o consumidores finales y los proveedores; para cada uno de ellos primero se debe extraer los requerimientos, las interacciones de las necesidades y los receptores de los usuarios. Los requerimientos permiten construir indicadores de cumplimiento de calidad; las interacciones de las necesidades la facilidad de uso, la conveniencia o utilidad, la seguridad y privacidad y por último la confianza o credibilidad, estos indicadores fueron descritos al detalle en los puntos anteriores del presente capítulo. Por otro lado, las interacciones relacionadas con el proyecto de la construcción del sitio web que llamaremos aplicación tecnológica para el intercambio de productos perecederos genera requerimientos de definición de las necesidades del proyecto, del producto (marcas individuales de cada agremiación o familia agrícola o agroindustrial) la intensión comunicativa, la tipología del producto, el contexto y los contenidos del mismo; estos flujos de información deben estar contenidos en la estructura de la aplicación tecnológica y están en coherencia también con el componente de la cadena logística. Los receptores usuarios deben estar definidos según sus roles, así mismo la construcción de sus perfiles para la proyección de escenarios y los flujos de información del proceso.

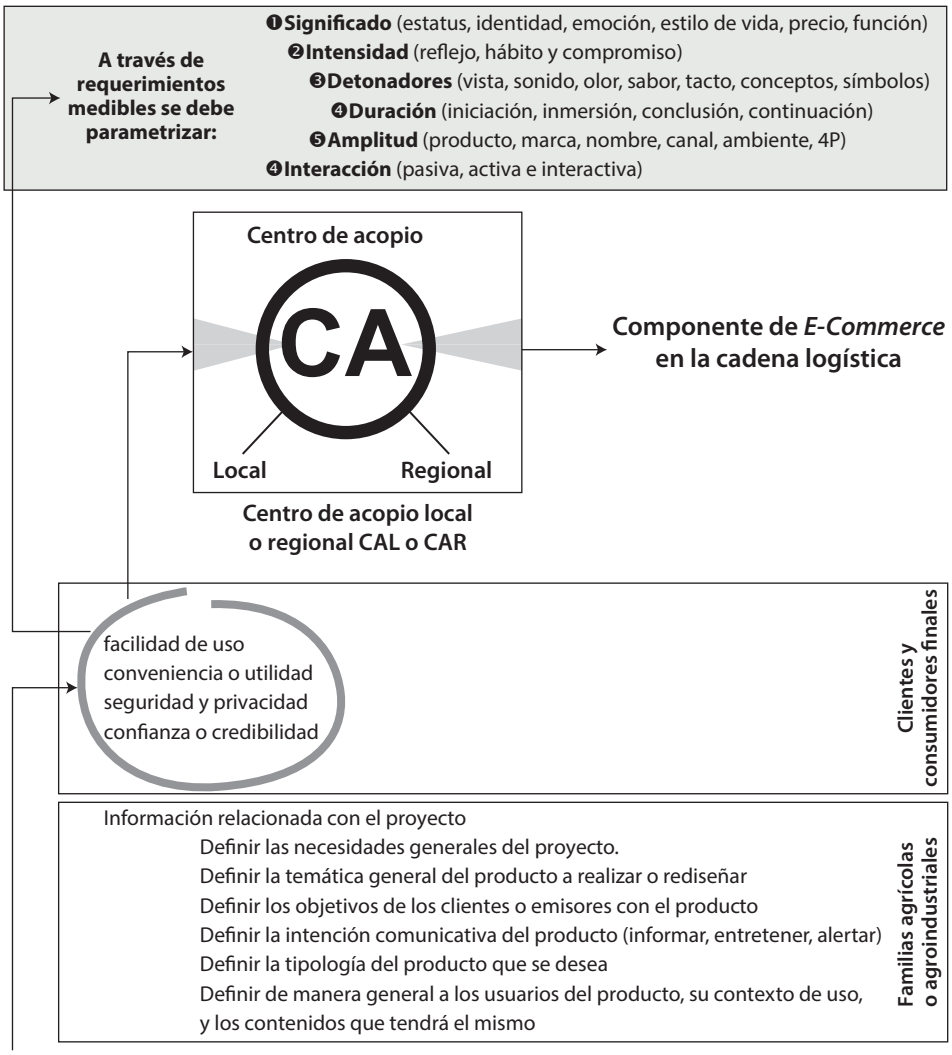
Figura 3. Flujos de información para construir la Arquitectura de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la información de las interacciones de las necesidades son las que garantizan la experiencia del usuario, se propone que la extracción de dicha información se realice bajo seis tipos de información; la primera es el significado el cual es extrae de la información del estado, del estilo de vida, del precio y de la función que quieren observar las partes; la segunda es la intensidad la cual brinda información de hábito, compromiso y reflejo; el tercero el detonador que aporta información de los sentidos, conceptos y simbologías; el cuarto es la duración la cual brinda información con respecto a iniciación, inmersión, conclusión, intensidad, secuencia y frecuencia de uso de la aplicación tecnológica; la quinta es la amplitud, la cual habla de la construcción de marca, de los canales de distribución y de las 4P en un sentido tradicional de marketing y por último el sexto tipo de información es la interacción en la que se obtiene información de uso el cual puede ser pasivo, activo e interactivo (Figura 4). En el capítulo del diseño del servicio se propone dos momentos de conexión, el primero denominado CAL y el segundo CAR; en coherencia la extracción de información debe tener en cuenta estos dos momentos ya que los actores involucrados pueden ser los mismos pero varía su entorno, contexto y ambiente por consiguiente los requerimientos serán diferentes y para cada uno de ellos la experiencia debe ser diferente.

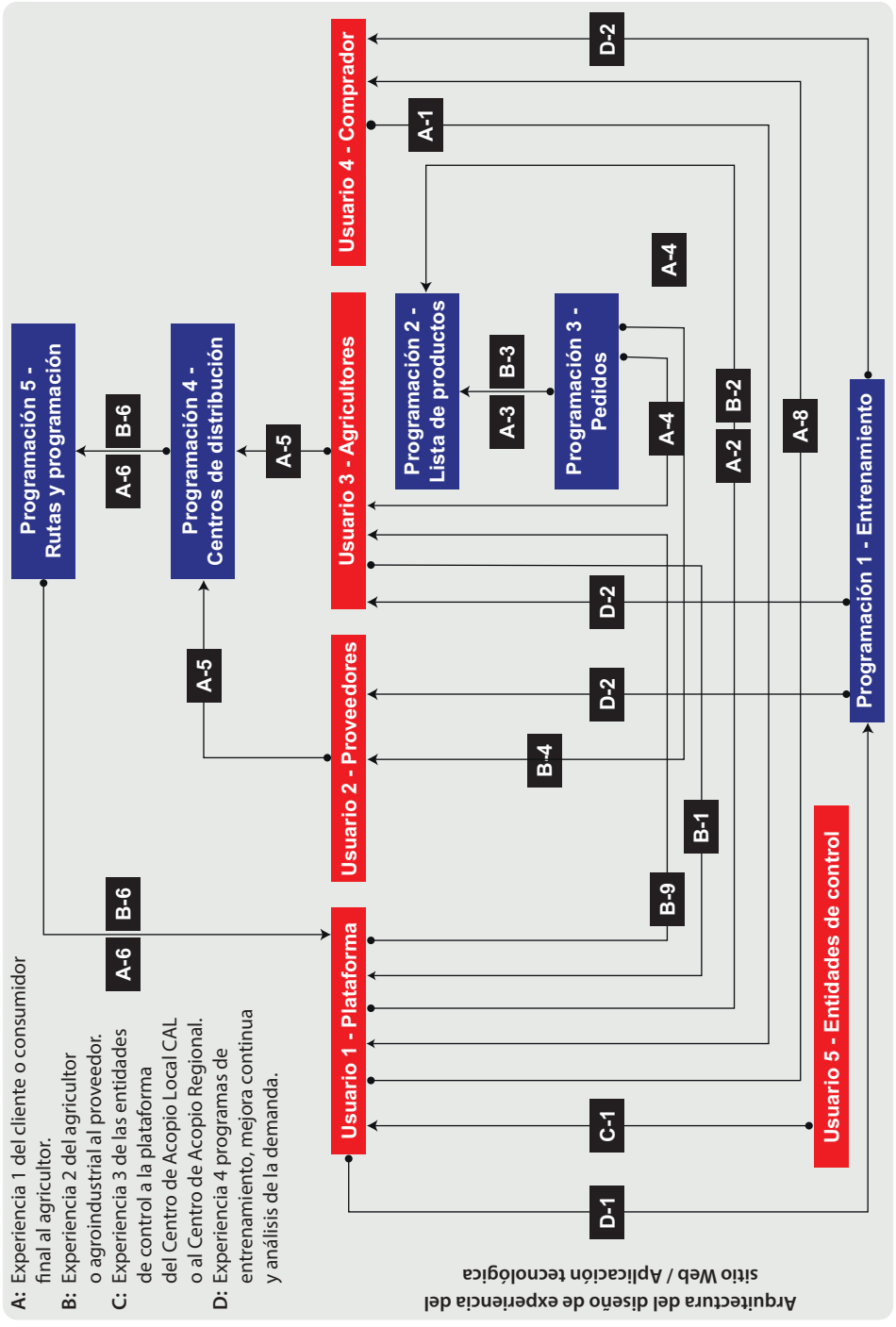
Figura 4. Requerimientos de experiencia de los actores involucrados para la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



Fuente: elaboración propia.

Se propone el siguiente flujo de información para en la experiencia de uso de la plataforma; el servicio diseñado se basa en tres estrategias expuestas en el capítulo Diseño de Servicio Digital para el Sector Agroindustrial y esta propuesta del flujo de información se basa en estas estrategias. Se proyecta cuatro flujos de información del consumidor o cliente final a la agremiación agrícola o agroindustrial en la ilustración XX se ve representado en la letra A; el segundo flujo de información va de la agremiación agrícola o agroindustria al proveedor representado en la letra B; el tercer flujo de información va de las entidades de control a la plataforma y está representado con la letra C y el último flujo que va de la plataforma a la programación 1 la cual es entrenamiento que lleva la misma información a los proveedores, las agremiaciones agrícolas o agroindustriales y al cliente o consumidor final nombrado comprador en la ilustración 5.

Figura 5. Flujo de información de la experiencia en la aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos

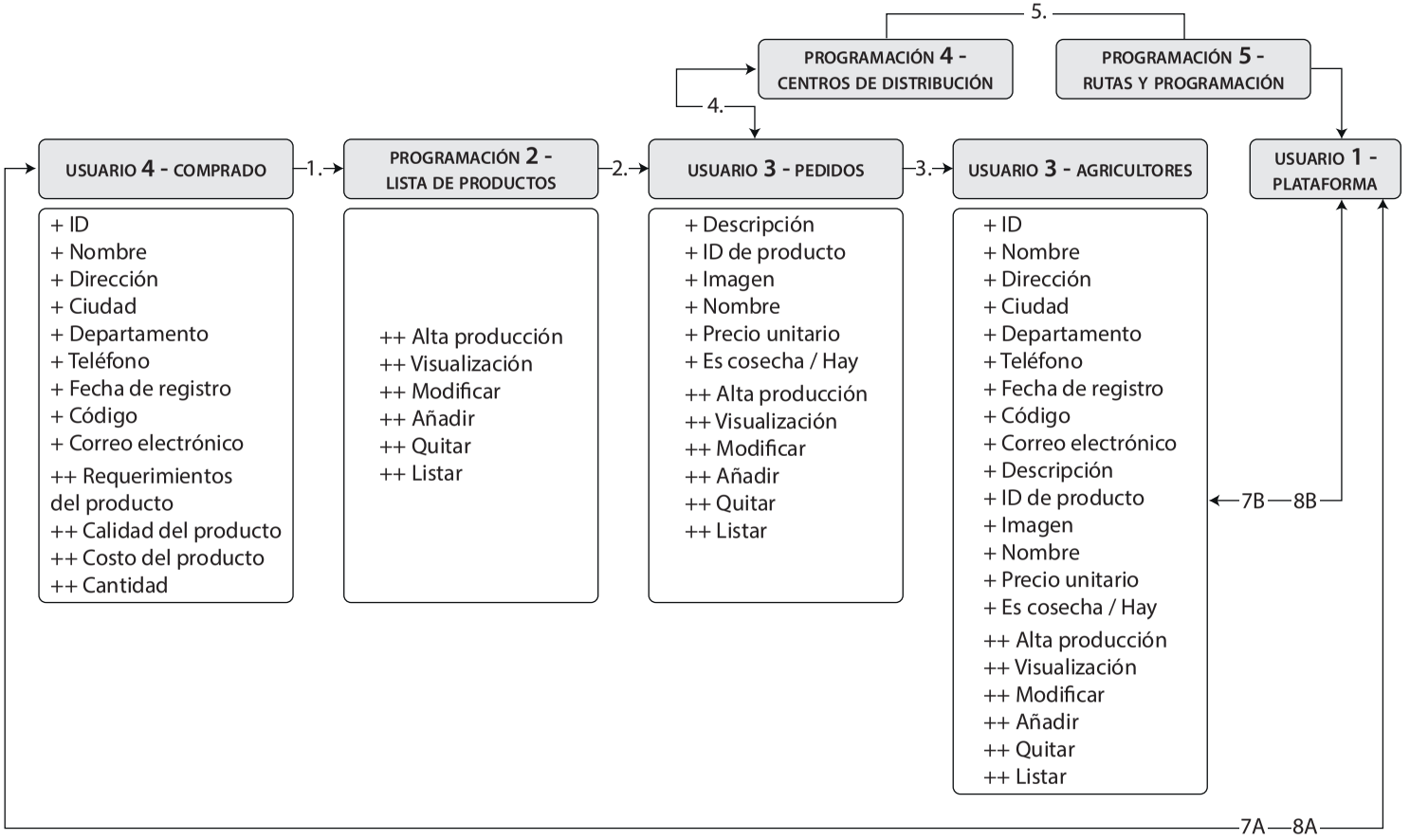


Fuente: elaboración propia.

4.6 Conclusión

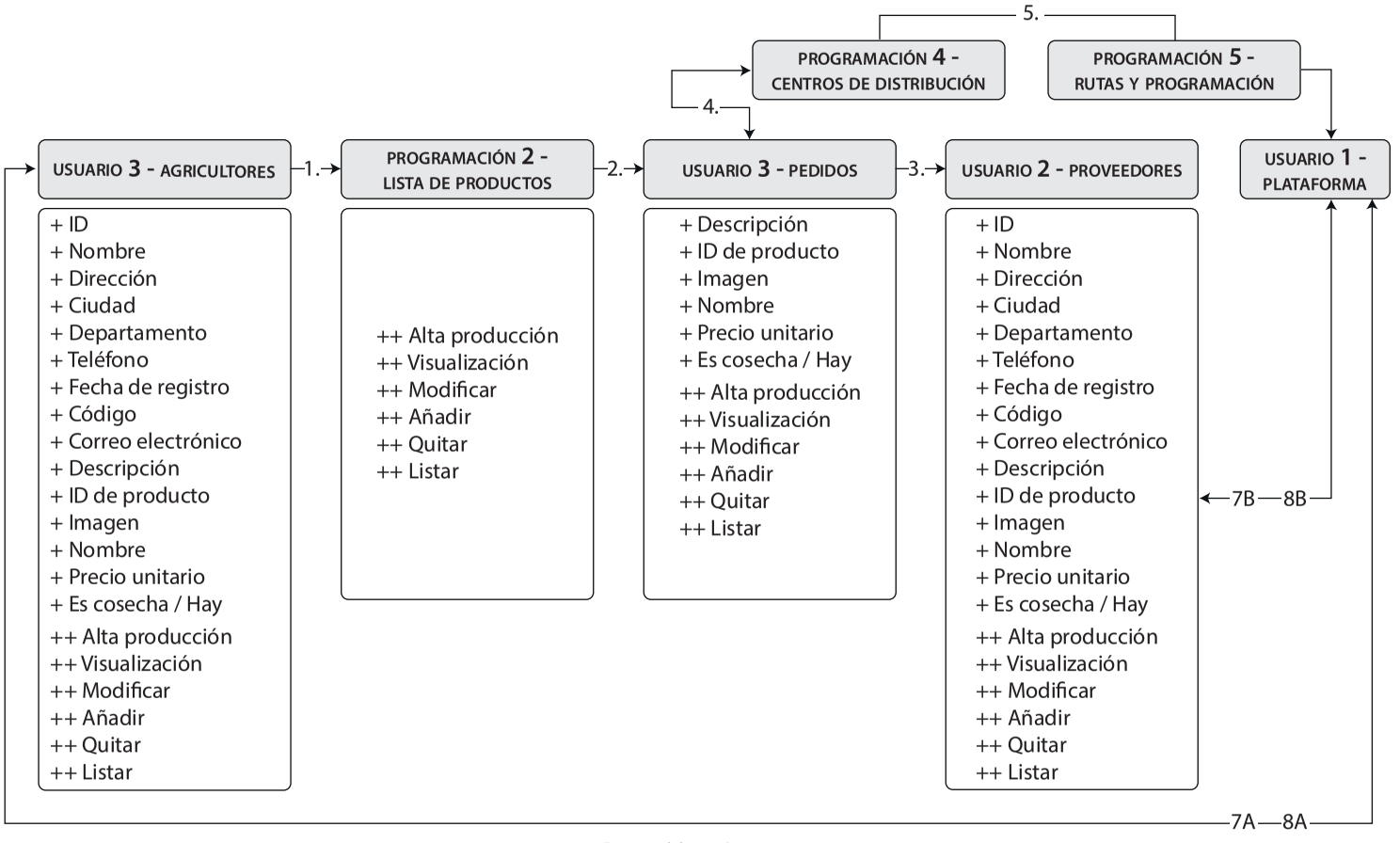
La arquitectura de diseño de experiencia en el sitio web, llamado también aplicación tecnológica para el intercambio comercial de productos perecederos, debe ser construida con base en los requerimientos anteriormente expuestos; a continuación, se plantea información en dicha arquitectura, sin embargo, esto debe ser comprobado y validado ya que se propone con base en la información construida en los apartados de contextualización del presente capítulo. En cada una de las siguientes ilustraciones se amplía la información.

Figura 6. Flujo A de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



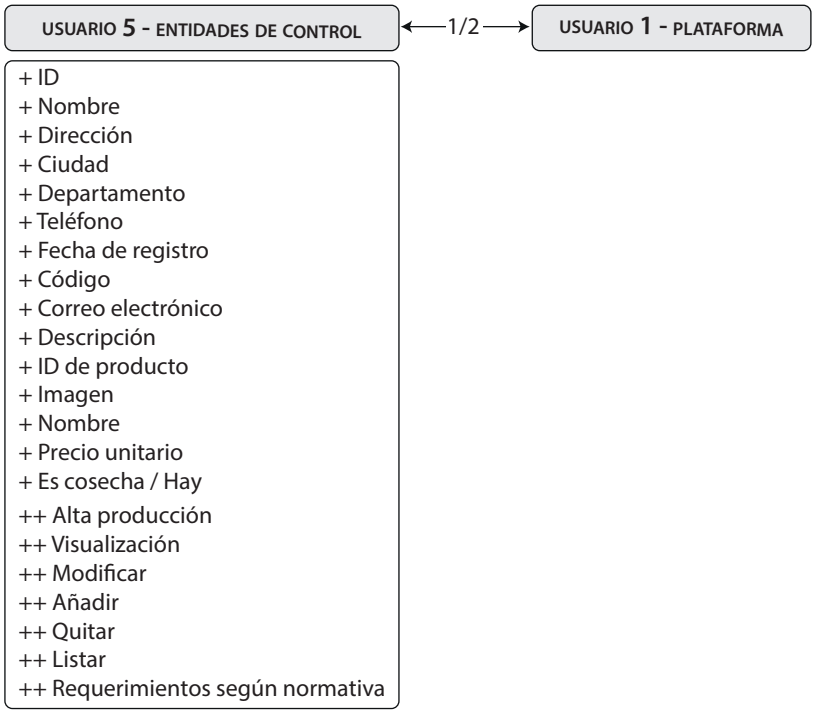
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Flujo B de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



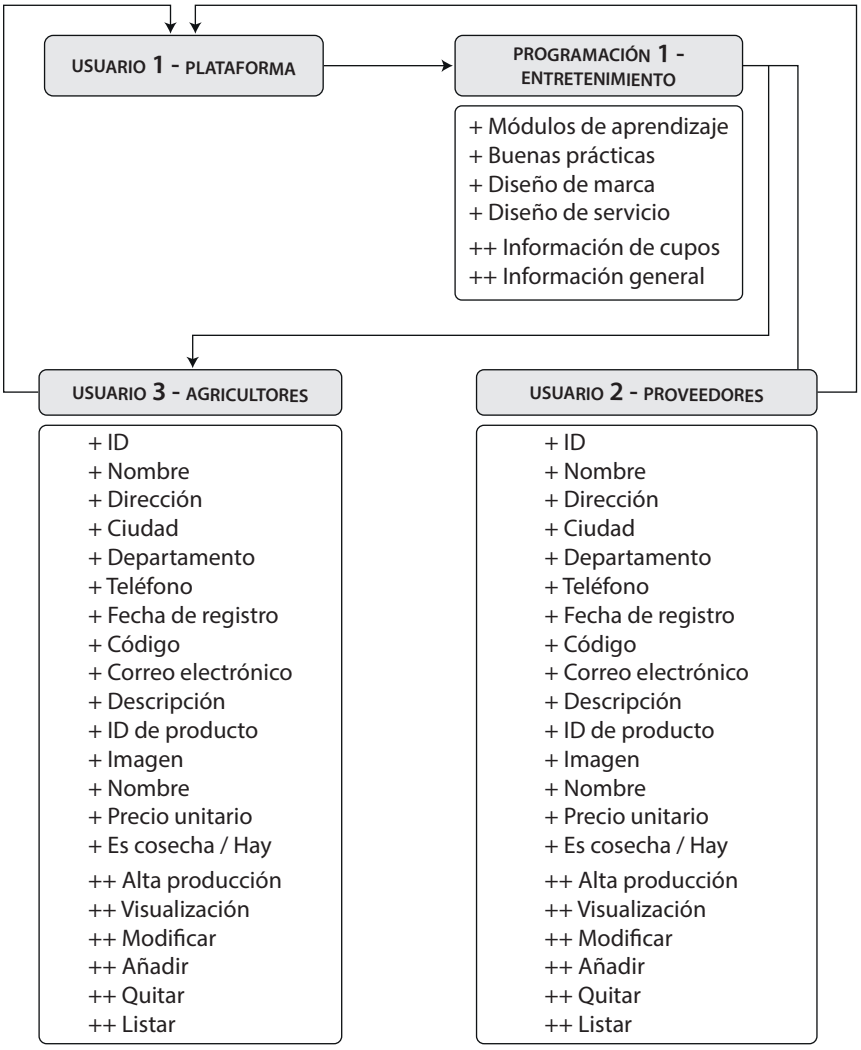
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Flujo C de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Flujo C de la Aplicación tecnológica de comercialización de productos perecederos



Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

Alshare, A., Grandon, E. y Miller, D. (2005). Internet usage in the academic environment: The Technology Acceptance Model Perspective. *Revista de la Academia de Liderazgo Educativo, 2*. https://www.researchgate.net/publication/250709745_internet_usage_in_the_academic_environment_the_technology_acceptance_model_perspective

Arteaga, J. R. (2021, enero). 10 tendencias para los consumidores y las empresas en 2021. *Forbes* [en línea]. https://www.forbes.com.mx/negocios-10-tendencias-consumidores-empresas-2021/

Avilés Espinoza, D., Cáceres Ugalde, M. F., & Leiva Medel, N. (2011). *El uso de e-commerce en las nuevas generaciones*. Modelo de adopción de tecnología desde la perspectiva del cliente.

Cebra. (s. f.). Ventas online, el secreto está en la intención de compra. *Cebra* [en línea]. https://www.cebra.cl/blog/ventas-online-secreto-en-la-intencion-de-compra/

Chatterjee, D., Grewal, R. & Sambamurthy, V. (2002). Shaping up for e-commerce: institutional enablers of the organizational assimilation of web technologies. MIS quarterly, 65-89.

Cepal, N. U. (2016). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2016: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los desafíos del financiamiento para el desarrollo. Cepal.

Garret, J. J. (2002). *The Elements of User Experience: User - Centered Desing*. http://www.amazon.com/gp/product/0735712026?ie=UTF8&tag=infotectura20&linkCode=as2&camp=1789&creative=9325&creativeASIN=0735712026.

HLPE. (2013). *Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria. Informe público 2013 Grupo de alto nivel de expertos*. http://www.fao.org/3/i2953s/i2953s.pdf

Mazon B. Jaramillo M. Romero O. Aguirre M. Ruíz J. Eras J. (2018, febrero). Modelo de Preparación de las TIC y Adopción del *E-commerce* en el Sector Comercio (PTACE). *Revista espacios, 39*(24), 15. https://www.revistaespacios.com/a18v39n24/18392415.html. Vol. 39 (Nº 24). Pág 15.

Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). Iniciativa Regional Mano de la mano para lograr sociedades rurales prósperas e inclusiva shttp://www.fao.org/americas/perspectivas/agricultura-familiar/es/.

Pérez, M. (2013). *Seis Sigma Guía didáctica para pymes* [en línea]. https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/987/5/Seis%20Sigma.%20Gu%C3%ADa%20did%C3%A1ctica%20para%20Pymes.pdf

Rodríguez Ardura I. Meseguer Artola A. Villaseca Requema J. (2007). Sistemas de venta en línea: un análisis de sus factores críticos para el pequeño comerciante. JISTEM: *Journal of Information Systems and Technology Management, 4*(1). 95-108. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203220233005.

Reis D. R. Vigorena D. L. Kunzler M. T. Battisti P. S. (2016, julio). Práticas de gestão em um modelo de negócio cauda longa: Um estudo de caso em empresa de E-Commerce. *Revista Espacios, 47*(35), 15. http://www.revistaespacios.com/a16v37n35/16373528.html.

Scribano, A. (2019) Confianza en la sociedad 4.0. En A. Cervio y B. Bustos (Eds.), *Confianza y políticas de las sensibilidades* (pp. 147-168) Sociológicos Editora.

Serrano, S. (6 de octubre de 2017). Cómo definir la arquitectura de la información de un proyecto [entrada de blog]. *Hiberus Blog*. https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/como-definir-la-arquitectura-de-la-informacion-de-un-proyecto/

Sepúlveda Robles, D. E., Sepúlveda Jiménez, D., Pérez Soto, F. & Figueroa Hernández, E. (2018). Modelo para la adopción del comercio electrónico en el sector agroindustrial mexicano. *Análisis económico, 31*(76), 47-73. Recuperado a partir de http://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/61

Swaid, S. I., & Wigand, R. T. (2007). Key dimensions of e-commerce service quality and its relationships to satisfaction and loyalty. BLED 2007 Proceedings, 29.

Van Der Heyden D. Camacho P. Marlín C. Salazar González M. (2004, junio). *Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas* [en línea]. Editorial Línea Andina S.A.C. http://www.avsf.org/public/posts/554/gui-a-metodologica-para-el-analisis-de-cadenas-productivas.pdf.

CAPÍTULO 5

MODELO DE NEGOCIO AGRÍCOLA 4.0

Francisco Mariano Villalba Cruz[8]

5.1 Introducción

El presente capítulo resultado de la investigación que pretende analizar la problemática actual de las cadenas de suministro agrícolas, en especial a los bajos ingresos obtenidos por los agricultores debido al diseño actual de la red de distribución que permite que las mayores utilidades sean generadas por los distribuidores y no por los productores.

El objetivo se centra en establecer herramientas que permitan mejorar la competitividad de las diferentes cadenas productivas a partir de optimizar la integración tanto horizontal como vertical de los actores de la industria agroalimentaria, mejorando de esta forma las condiciones del mercado, el impacto social y el cuidado del medioambiente. De igual manera se le asigna la tarea de buscar una mejor distribución de la generación de valor entre los segmentos de clientes usuarios de los productos de la cadena productiva agrícola, mediante la generación de nuevas relaciones de poder entre los eslabones de está buscando siempre que cada una de las empresas recuperen el mayor valor posible de sus inversiones.

8 Docente Fundación Universitaria Compensar Calle 32 # 17-30, fvillalba@unipanamericana.edu.co. Ingeniero Industrial con Maestría en Gestión de Redes de Valor y Logística, catedrático y analista certificado por ICSEA en *Supply Chain* Management.

El modelo utilizado en la investigación se fundamentó en el nuevo paradigma de desarrollo rural, que se centra en el tema de la tenencia de la tierra como eje central, y del concepto de *supply chain* como referencia para la maqueta de negocio, partiendo de la base de que actuara bajo el principio de una red que permitiera agregar valor al producto primario a partir de la transformación en un aceite esencial empleado en la cadena productiva de cosméticos orgánicos.

A fin de poder definir el modelo, se realizó un análisis de varias experiencias ejecutadas en otros países, tomando como primer modelo el caso de la creación de una cadena de suministro para una línea cosmética orgánica hecha con aceite esencial de lavanda, donde se integra el desarrollo multifuncional de las zonas marginales objeto de estudio a las políticas de desarrollo rural italiano financiadas con recursos de los Unión Europea (UE) (Scaramuzzi *et al*., 2020).

En relación con el proceso de investigación la metodología utilizada se enfocó en un análisis crítico con la participación de todos los grupos implicados que genere un aprendizaje colectivo de la realidad y lograr así un cambio social (Scaramuzzi *et al*., 2020).

Los resultados del estudio muestran cómo la aplicación del concepto de *supply chain* posibilitan mejorar los procesos de coordinación entre los actores de la red de suministro de la cadena agroindustrial, que apoyan la integración de los productores, las empresas transformadoras y los consumidores finales, generando de igual manera beneficios sostenibles y significativos para los gobiernos locales que permiten tener intervenciones efectivas en la población rural marginal.

Los proyectos integradores en cadenas productivas agroindustriales bajo la aplicación del concepto del *supply chain* y adicionalmente a las ventajas descritas anteriormente, también permiten a los actores de la red a gestionar sus procesos involucrando los conceptos de sostenibilidad relacionados con los aspectos sociales, ambientales y económicas, lo cual se consigue a partir de la firma de acuerdos formales donde se aclaren los aspectos a cumplir por cada uno en relación a dichos aspectos, todo esto redunda en que se logren mejoras en los procesos comerciales y de distribución (Ascione *et al*., 2010).

Por otro lado la integración de los actores del *supply chain* de la cadena agroalimentaria permite obtener una serie de ventajas económicas, relacionadas principalmente con los costos asociados a la operación de las mismas, mejorando la eficiencia total de la red a parir de la coordinación de las actividades en común entre los actores de la misma como por ejemplo, el manejo más rápido y confiable de la información que permita satisfacer las necesidades en las diferentes etapas de la producción y comercialización, brindando un mejor producto y servicio al consumidor final (Ventura *et al*., 2011).

5.2 Contexto

La filosofía integradora del *supply chain* obliga a que las partes manejen un intenso compromiso desde la fase de programación hasta la de ejecución, a partir de la definición de procedimientos específicos y modelos de gestión que incluyan una fuerte batería de indicadores de gestión que permitan evaluar constantemente y de manera pronta y oportuna el desarrollo de los diferentes procesos a todos los niveles, lo cual conlleva a cambiar los pensamientos individuales a grupales con respecto a la planificación y a la generación de estrategias (Zumpano, 2009).

A lo largo del *supply chain* establecido es necesario la disponibilidad de una cantidad de recursos que deben ser utilizados a fin de poder desarrollar las actividades necesarias y estos pueden de diversos tipos (terrenos, instalaciones, equipos, maquinaria, entre otros), pero lo relevante en este aspectos de acuerdo a Belletti y Berti (2011) deben ser definidos como un *stock* que puede ser utilizado por cualquier actor de la red, estos recursos a su vez pueden clasificarse de acuerdo a: (i) recursos ambientales, (ii) recursos económicos, (iii) recurso humano, (iv) el aporte social, (v) la cultura y sus tradiciones (Berti 2009; Belletti y Berti 2011).

Ahora bien, para lograr el desarrollo rural es necesario establecer un modelo sobre el cual se fundamente dicho crecimiento, en el proyecto objeto de estudio, este se centra en el definido por Ploeg & Renting (2004) , quien resaltan la importancia que tiene al momento de hablar de integración en empresas agroindustriales, definir cuál sería el límite de las granjas a partir de tres dimensiones (Jan Douwe van der Ploeg *et al.*, 2004), (i) profundización, se refiere a la utilización de técnicas de agricultura basadas en obtener productos de mejor calidad mediante la aplicación de buenas prácticas de cultivo, (ii) ampliación, que se resume en la inclusión de nuevos productos a los portafolios ya existentes, ya sea en la línea actual o en nuevas líneas de negocio, (iii) revalora miento, que se fundamenta en la creación de valor de los productos a partir de involucrar a otros actores en la red, los cuales permitirán la transformar los productos originales en otros.

En la implementación de estas rede de suministro agrícolas es indispensable definir las estructuras de gestión y administrativas (George & Bock, 2011), lo cual conlleva a la identificación de un modelo de negocios para el sistema, en el proyecto se definió el CANVAS como metodología para definir las estrategias, ya que este a partir de su estructura facilita el entendimiento de la organización y cómo esta se acerca a la creación de valor adecuado a los interesados, con especial énfasis en los ingresos y la reputación de la organización (Osterwalder *et al.*, 2010).

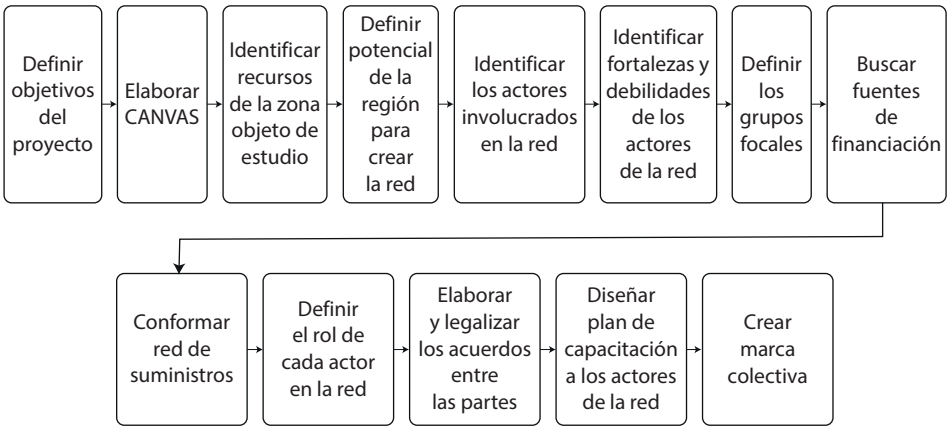
Esta metodología del CANVAS permite la elaboración de un esquema gráfico que consta de nueve bloques que dan una visión del modelo de negocio (i) segmentación de los clientes para los cuales la organización desea crear y generar valor, (ii) definir el conjunto de productos y de servicios bajo los cuales la empresa pretende generar

valor a los consumidores, (iii) definir los canales de distribución mediante los cuales se pretende llegar a los puntos de consumo de los productos, (iv) establecer los mecanismos mediante los cuales la empresa retendrá y fidelizara a los clientes, (v) identificar las fuentes de ingresos para la organización determinando el costo y el valor de los productos y/o servicios ofrecidos, (vi) definir cuáles serán las fuentes de financiamiento, (vii) identificar y definir las actividades claves que determinaran las ventajas competitivas, (viii) identificar a los actores claves de la red quienes serán los que suministraran los recursos claves para la red, (ix) establecer la estructura de costos que permitirá determinar el costo de operación individual de cada actor y de la red (Osterwalder *et al*., 2010).

Desde el punto de vista metodológico del proceso de investigación, se empleó un enfoque basado en la acción participativa (IAP), la cual permite una adecuada implementación del modelo CANVAS, a partir de involucrar a la comunidad y a todos los actores de la red mediante la combinación de los objetivos de la comunidad con los de los actores de la red (Chambers, 1994). Esta metodología tiene la ventaja de que ayuda a la creación de conciencia y aprendizaje colaborativo entre las partes interesadas, que les permite a todos a resolver problemas relacionados a la naturaleza de la red (Kindon *et al*., 2009).

En resumen el objetivo del proyecto se centró en definir un modelo de negocio que permitiera mejorar los ingresos económicos, sociales, ambientales y turísticos de la región objeto de estudio a partir de la utilización de terrenos para cultivo pequeños (entre 1 a 5 hectáreas) que es el promedio de tamaño de los agricultores vinculados en el mismo, la creación de un *supply chain* como facilitador de la creación del valor en la transformación de los productos, y al enfoque de desarrollo integral de toda la comunidad (Scaramuzzi *et al*., 2020).

Figura 1. Representación esquemática del procedimiento de implementación del modelo



Fuente: elaboración propia a partir de Belletti y Berti (2011).

5.3 Metodología

El trabajo planteado como la aplicación del concepto del *supply chain* facilita la implementación de políticas de desarrollo integral promovida por el gobierno italiano en su Plan Estratégico Nacional (Ascione *et al*., 2010), cuyo objetivo se centra en la mejora de las principales cadenas agroalimentarias forestales, a partir de la aplicación de los conceptos de integración inmersos en el manejo de las relaciones que define la gestión de la red de suministros y aumentas su competitividad (Cristiano & Proietti, 2019).

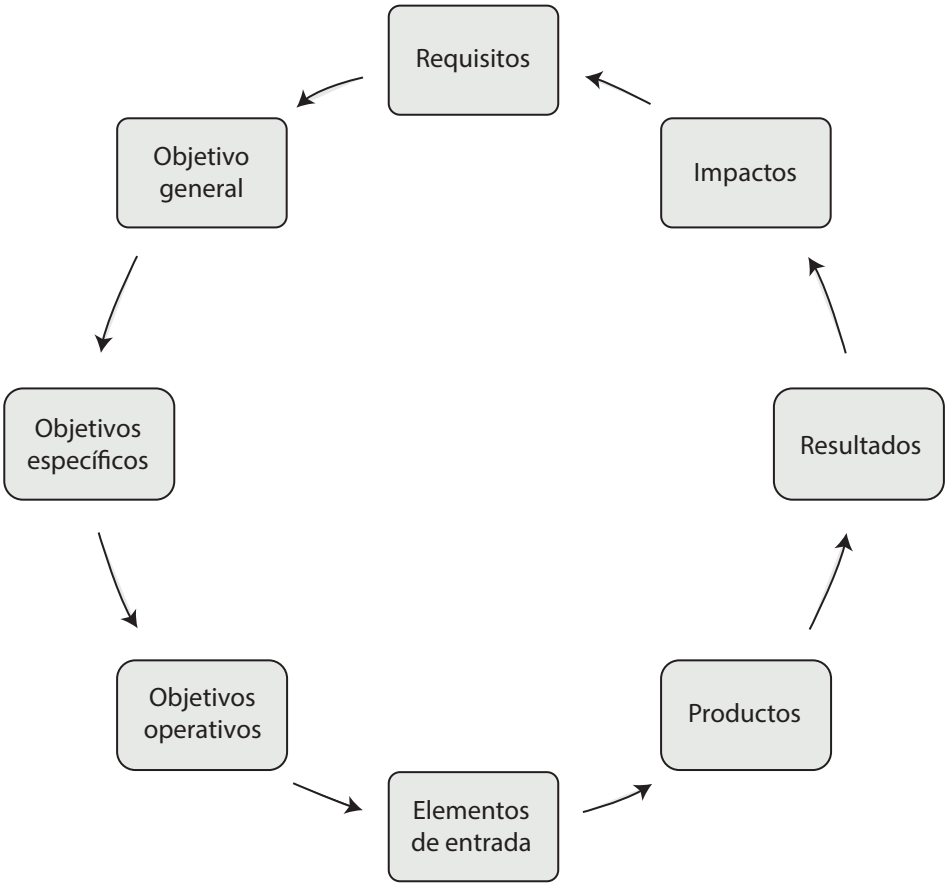
El diseño integrado de la red de suministro juega un papel estratégico en la creación de valor y de conocimiento, ya que se filosofía se convierte en una herramienta eficaz de gestión a partir del desarrollo de relaciones entre los actores promoviendo la implementación de un enfoque multisectorial, que promueve la colaboración en el uso de la infraestructura de todos actores de la red, colocándola a beneficio de todos, logrando por ende un menor costo total de la misma (Ascione *et al*., 2010).

En resumen, el objetivo de la investigación se centra en establecer herramientas que permitan mejorar la competitividad de las diferentes cadenas productivas a partir de mejorar la integración tanto horizontal como vertical de los actores de la industria agroalimentaria, mejorando de esta forma las condiciones del mercado, el impacto social y el cuidado del medioambiente. Como también se le asigna la tarea de buscar una mejor forma de distribuir la generación de valor entre los segmentos de clientes usuarios de los productos de la cadena productiva agroalimentaria, a partir de establecer nuevas relaciones de poder entre los eslabones de esta buscando siempre que cada una de las empresas recuperen el mayor valor posible de sus inversiones.

Finalmente, el programa busca la mejora de las condiciones laborales de las regiones de aplicación, ya que en la implementación de las redes de suministro se espera que estas mejoren los niveles de integración a todos los niveles de estas, lo cual permitirá que se cree valor agregado a los productos agrícolas, lo que el mediano plazo permitirá aumentar las capacidades y mejorar la calidad de producción, que se verá reflejado en mayores volúmenes de venta. Por ejemplo, en cadena porcícola se lograron incrementos de hasta el 30 % de las ventar y en la de lácteos se alcanzaron niveles de crecimiento cercanos al 37,5 % (Ascione *et al*., 2010).

Al iniciar el desarrollo del trabajo se plantearon cuáles deberían ser los impactos esperados y en especial definir cómo poder implementar un modelo de red de suministro.

Figura 2. Ciclo de los aspectos a analizar para la implementación del proyecto



Fuente elaboración propia a partir de evaluación continua y diseño integrado de la cadena de suministro entre desafíos y oportunidades de desarrollo en los sectores agrícola y forestal.
Simona Cristiano, Serena Tarangioli en el Instituto Nacional de Economía Agrícola (INEA).

Los requisitos hacen alusión a aspectos como la planificación y trabajo en red, lo cual requiere de un diseño de la red bajo un enfoque integrador entre todos los actores de la red que promueva el trabajo bajo la filosofía del C6 colaborativo, cooperativo, coordinado, comprometido, comunicativo y coherente, que se ajuste al modelo de negocio planteado.

Los objetivos del proyecto se centraron en contestar la pregunta de ¿Cómo lograr la mayor agregación de valor a la cadena agroalimentaria que permita mejorar los ingresos de los agricultores?, dentro de las variables que se deben tener en cuenta para dar respuesta a este interrogante se plantean: (i) objetivos estratégicos de la comunidad, (ii) desarrollo integral de la comunidad objeto de estudio, (iii) impacto económico, social y ambiental, (iv) grado de aplicación de las buenas prácticas logísticas (BPL), (v) nivel de integración de los actores de la red.

En cuanto a los elementos de entrada al modelo se definen aspectos como la determinación de los factores claves de éxito del modelo de negocios, la evaluación de la coherencia y la pertinencia de la referencia tomada vs los objetivos trazados, la capacidad y compromiso de los gobiernos locales, y la obtención de las fuentes de financiación del proyecto. Todo esto debidamente alineado con los productos que se esperan obtener: el manejo de la innovación para la elaboración de diferentes artículos a partir del producto inicial, y la creación de marca para generar reconocimiento en el mercado nacional e internacional.

Al revisar los resultados que se esperan del proyecto estos deben estar alineados con la sostenibilidad y sustentabilidad del proyecto, para lo cual se establecen una serie de indicadores de gestión desde la óptica de los aspectos económicos, sociales y ambientales.

5.3.1 Integración de la cadena de suministro de vegetales: el caso de una cooperativa de trinidad en China (caso práctico)

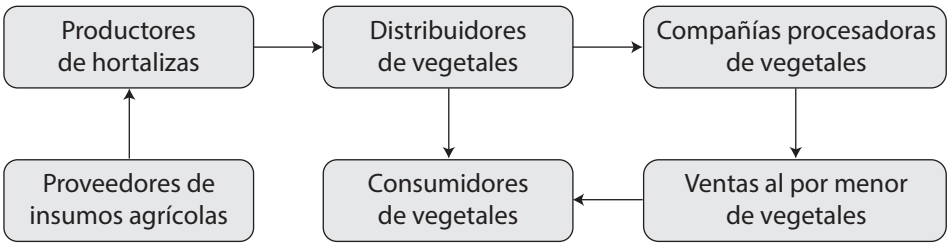
Este caso se centra en la red de suministro de hortalizas en la República de China, y cómo enfrentar los desafíos por falta de innovación y tecnología en términos de producción, almacenamiento y preservación de estas, a fin de reducir la incertidumbre asociada a la oferta y la demanda de la seguridad alimentaria (Wang & Luo, 2019).

El caso de análisis se centra en la Cooperativa Meiyu, la cual tiene un cubrimiento a nivel nacional y está ubicada en las 100 principales asociaciones de agricultores, la cual se encarga de coordinar e integrar la producción con la logística de la primera y la última milla, como también la venta de los productos agrícolas recolectados por los agricultores y de la consecución de los recursos financieros necesarios para sus miembros, logrando de esta manera estrechar las relaciones entre productores y consumidores, generando de esta manera beneficios de tipo social, económico y ambiental (Wang & Luo, 2019).

Es una preocupación para el Gobierno chino generar en los agricultores la necesidad de que estos conformen cooperativas agrícolas que les facilite los servicios necesarios para la compra de insumos y materiales necesarios para la producción agrícola, los desarrollos tecnológicos y de innovación para la siembra, y las actividades de almacenamiento y transporte necesarias para la comercialización de los productos.

De acuerdo con Liu & Guo (2018) la red de suministro de hortalizas en china está conformada por los proveedores de insumos agrícolas, los productores de hortalizas, los distribuidores de vegetales, las compañías que procesan vegetales y le agregan valor al producto primario, los puntos de venta al detal de hortalizas, y por último los consumidores finales.

Figura 3. Red de suministro típica del sector agrícola en China



Fuente: Liu y Guo (2018).

La red inicia con:

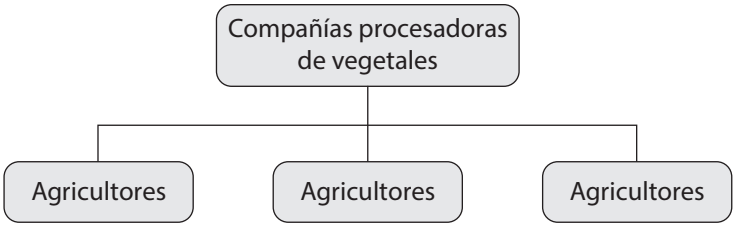
- Los proveedores de insumos agrícolas, quien son los encargados de producir y comercializar las semillas y demás insumos necesarios para la producción de las hortalizas.
- En segundo lugar, se encuentran los agricultores quienes se encargan de la siembra técnica de los vegetales utilizando para ello la mejor tecnología posible a fin de obtener un producto con la mejor calidad y que cumpla con las normas de la seguridad alimentaria.
- En tercer lugar, se encuentran las empresas procesadoras de hortalizas quienes se encargan de agregar valor al producto primario a partir de la transformación de estos en ensaladas o verduras enlatadas, contribuyendo así a aumentar los volúmenes de productos agrícolas a comercializar, constituyéndose dentro de la red de suministros en la empresa foco, toda vez que se encarga de canalizar a los agricultores con los minoristas.
- En cuarto lugar, se ubican los distribuidores de hortalizas que se encargan básicamente de la comercialización de los productos frescos, incluyendo el transporte, para llevar los productos hasta los puntos de consumo.
- En último lugar, se encuentran los consumidores de los productos vegetales que los adquieren a través de puntos de venta, almacenes especializados, restaurantes u hoteles.

Uno de los principales problemas de la red de suministros es que al analizar el costo total de la misma, estos se incrementan aguas arriba, debido principalmente al sistema de distribución, el cual a partir de transferencias continuas de propiedad del producto ocasiona que el precio del mismo se incremente en cada uno de estos cambios inicialmente por las utilidades que cada actor de la red espera obtener de los vegetales, como también por los costos asociados a la operación logística como el transporte, el almacenamiento, la manipulación y las pérdidas por obsolescencia del inventario.

Esto conlleva a que a fin de poder apaliar los costos totales de la red esta pueda dividirse en varias, tipificando así diferentes configuraciones de estas:

- Una red de suministros tradicional agricultor empresas productoras de vegetales, la cual está constituida por pequeños productores (áreas sembradas de menos de 3,5 hectáreas) quienes gestionan la siembra y recolección de hortalizas, las cuales son entregadas a los transformadores que se encargan del procesamiento y venta del producto terminado. La relación que se establece entre estos actores es del tipo flexible, siendo esta de orden transaccional, en donde las obligaciones de cada una de las partes se registran en un contrato y existe un bajo nivel de apoyo y asesoría por parte de los productores hacia los agricultores, lo cual redunda en bajo cumplimiento de la seguridad alimentaria debido al bajo nivel de cumplimiento de las normas portarte de los últimos.

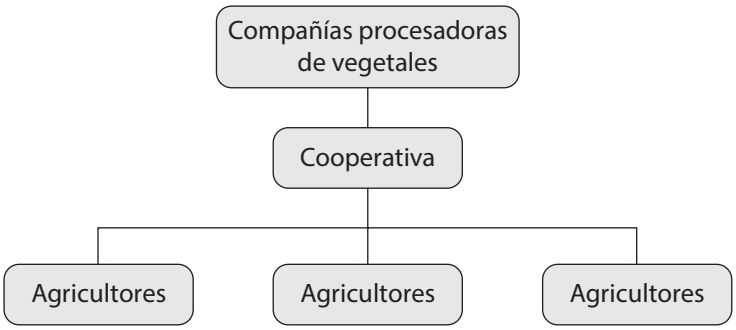
Figura 4. Representación de la red de suministro tradicional entre compañías y agricultores



Fuente: Liu y Guo (2018).

- El segundo tipo de red se fundamenta en una relación agricultor, cooperativa, empresa productora de vegetales, configurando de esta manera una red de suministro estrecha, en la cual se incluyen a las cooperativas que facilitan la coordinación entre los dos actores iniciales, manejando un vínculo estrecho con las agricultores miembros de la misma, a los cuales les brinda servicio de asesoría en la pre, durante y post-cosecha, pero con una relación distante con los productores, ya que no se han establecido acuerdos para temas como la distribución y la comercialización de los productos.

Figura 5. Representación de la red de suministro estrecha entre compañías, cooperativas y agricultores

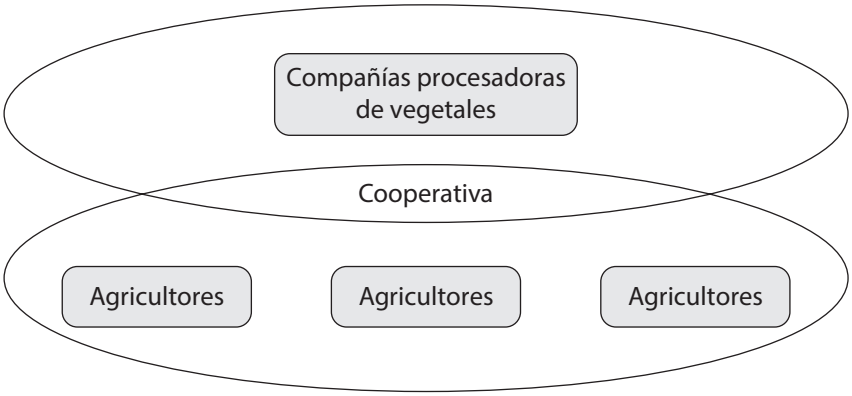


Fuente: Liu y Guo (2018).

- El tercer tipo de red integra a los agricultores con las cooperativas y con las empresas productoras de vegetales, configurando una red de suministro integrada, donde a la coordinación entre los actores se le agrega la cooperación, donde la integración se da tanto a nivel horizontal como vertical, por ejemplo la cooperativa puede adquirir toda la producción agrícola y brindar servicio no solo de asesoría en la producción sino también de consecución de fuentes de financiamiento, incluso puede llegar hasta vincularse con los temas de calidad en la producción y comercialización que le permita garantizar la seguridad alimentaria.

En pocas palabras de acuerdo con palabras del señor Huang Zhejiang, la cooperativa sirve de puente entre los agricultores y las empresas productoras de vegetales, apoyando a los cultivadores a tener un mejor ingreso por la venta de sus hortalizas, a partir de lograr una integración tanto vertical como horizontal entre todos los actores de la red de suministros.

Figura 6. Representación de la red de suministro integrada entre compañías, cooperativa y agricultores



Fuente: Liu y Guo (2018).

5.3.2 Modelo de integración de la red de suministros

El modelo de la cooperativa nace como una alternativa de respuesta del Gobierno chino a la problemática de las diferencias estructurales de los agricultores que ocasionan escasez de la oferta de productos agrícolas dificultando la seguridad alimentaria del país, es así como se lanzó el programa de Federation of Farmers' Cooperative Economic Organization a fin de cambiar el esquema de comercio de vegetales de una estructura tradicional de oferta y demanda a una bajo el principio de la integración y la colaboración con una visión global de la red.

El modelo parte de la base de dar la responsabilidad del liderazgo a las entidades del Estado dividiéndolas en cuatro niveles (i) las provincial, (ii) las ciudades, (iii)

los condados y (iv) la nación, a las cuales se les asignaron roles específicos, por ejemplo, la cooperativa Meiyu de Ruian es una organización administrada por el Gobierno de las provincias que estableció una plataforma de materiales agrícolas, con la misión de suministrar los insumos necesarios para la siembra, mientras que los condados se encargaron de diseñar plataformas de comercio electrónico para incentivar la venta de productos agrícolas, como también administrar los bancos rurales responsables de brindar créditos de financiación a los pequeños cultivadores bajo el control de la nación, y por último, al Estado se le asignó la tarea de coordinar las tareas necesarias para poder integrar adecuadamente a todos los actores de la red, incluyendo a la parte interesada en la capacitación y apoyo técnico en la siembra y cosecha de los productos agrícolas.

En este orden de ideas a la cooperativa Meiyu de Ruian se le encargó la prestación de una serie de servicios a los productores agrícolas, la primera antes de la siembra a través del suministro de los insumos necesarios para la producción, estableciendo para ello una plataforma de abastecimiento encargada de proveer a todos los socios de la red todos los materiales necesarios para producción de los productos agrícolas a costos bajos a partir de la utilización de las economías de escala en la negociación con los proveedores.

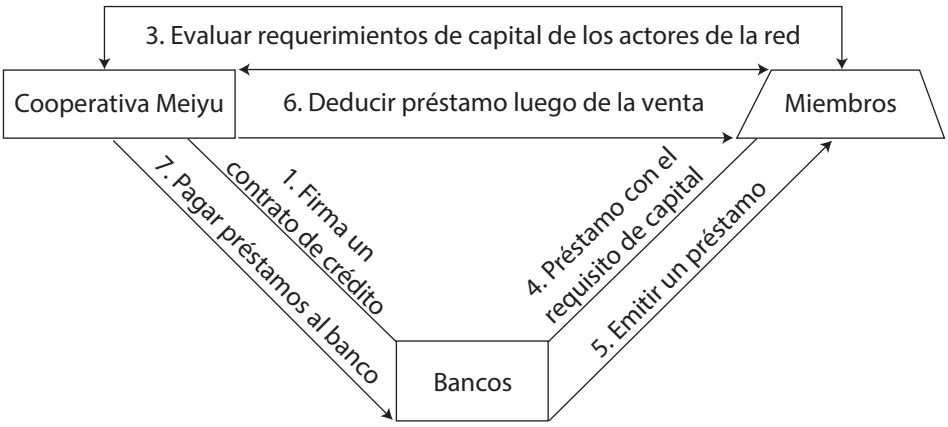
En relación con la producción la cooperativa creó un centro de servicios tecnológicos al que encomendó la tarea de brindar asesoramiento técnico en aras de reducir los costos de siembra a partir de la incorporación de innovaciones tecnológicas que permitieran el aumento de la productividad, y la incorporación de nuevos productos a los catálogos de venta logrando así diversificar el portafolio de venta, y gracias a este asesoramiento permitió reducir los costos, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los procesos y los productos para asegurar la seguridad alimentaria. Por otro lado, esta área también desarrolló un departamento de pruebas de residuos agrícolas encargado de innovar en el manejo de residuos y emisiones contaminantes para la preservación del medioambiente.

En cuanto a la venta de productos, la cooperativa también juega un papel importante a partir del lanzamiento de la Wanke Company a fin de ampliar los canales de distribución, que permitió a los agricultores mejorar su poder de negociación con otros actores de la red de distribución, ya que sus productos aumentaron la participación en el mercado a partir de establecer negociaciones directas con restaurantes, universidades, supermercados especializados, agencias gubernamentales, entre otros.

En relación con el apoyo financiero, la cooperativa estableció una agencia pública financiera, la cual da apoyo financiero a los pequeños productores a través de estrategias (i) una línea de financiamiento por medio de recursos propios tomados de los aportes de los asociados, (ii) financiación por recursos externos, y (iii) mediante la creación de una firma conjuntamente con otras cooperativas de

una asociación mutua de inversión y de seguros la cual proporciona seguros de cubrimiento a la producción y avales a las deudas con otras entidades crediticias.

Figura 7. Proceso de préstamo para los miembros bajo la asistencia financiera externa de la cooperativa



Fuente: Liu y Guo (2018).

En Figura 7 se muestra cual es el procedimiento definido para la financiación en cual inicia por la firma de un contrato de crédito entre el banco y la cooperativa, quien posteriormente firma un acuerdo entre ellos y el asociado de la cooperativa que requiera un crédito, al cual anteriormente se le ha realizado un estudio de su capacidad de endeudamiento para poder establecer si el dinero es desembolsado desde los recursos de la entidad o directamente por el banco, y por último se realiza el pago de la deuda mediante un descuento directo del dinero que ha percibido el agricultor por la venta de sus productos a través de la cooperativa.

En este contexto, el CPDR se planteó enfocar sus esfuerzos en esta primera etapa hacia el debate y la definición de lineamientos de políticas públicas en torno a cómo implementar el Acuerdo 1 de la Habana, y en particular hacia la estructuración de un Plan de Desarrollo Rural con Enfoque Territorial (PDRET). Este PDRET se concibió con una estructura que incluye lineamientos de política pública de tipo general, pero igualmente con carácter flexible para poderlo adaptar a diferentes territorios en el país. Para el efecto se trabajó en diferentes temas a partir de los ejes temáticos del CPDR, a saber, Eje 1: Articulación al sistema agroalimentario. Eje 2: Multifuncionalidad del territorio, Eje 3: Ciencia, tecnología y educación/ Extensión. Eje 4: Provisión de servicios y bienes públicos y Eje 5: Tierras y Desarrollo Rural. Los avances en los distintos ejes fueron socializados en diferentes eventos que contaron con la participación de comunidades, expertos y académicos (Capítulo 1 de esta publicación), así como al interior del Comité académico, conformado por los coordinadores de los ejes temáticos citados y el director del CPDR.

5.3.3 Beneficios de la aplicación del modelo para la gestión de la red de suministros

La conformación de esta red de suministro ha traído grandes beneficios y oportunidades de integración entre los diferentes actores de esta, a partir del manejo de relaciones más estrechas entre ellos, que se manifiestan en la facilidad de coordinación entre las diferentes actividades asociadas a la operación logística, las que se pueden resumir en la siguiente tabla.

Tabla 1. Comparativo entre un antes y un después de la aplicación del modelo de integración, en relación con la gestión de la red de suministros

Criterio	Antes del modelo	Después del modelo
Red del *supply chain* total	Falta de oportunidades	Ampliar las oportunidades
	Falta de intercambio de información	Promover intercambio de información
	Relación suelta	Estrecha relación entre agricultores
Producción	Falta de un criterio de producción unificado para producir	Establecer criterios de producción unificados.
	Falta de calidad uniforme de pesticidas	Calidad uniforme de los pesticidas
	Producción tradicional sin nuevas variedades y semillas.	Promover la innovación científica y tecnológica en la producción con nuevas variedades y semillas.
	Baja eficiencia	Mayor calidad y eficiencia de producción mejorada.
Suministro y venta	Falta de una compra unificada de material agrícola.	Fundó la Compañía de Materiales Agrícolas para comprar materiales agrícolas y pesticidas.
	Falta de un canal de venta unificado para vender verduras.	Establecida Wanke Company para crear canales de venta para expandir aún más el mercado y vender verduras.
Crédito	Falta de cambio de capital	Aumentar los beneficios mutuos (por ejemplo, los agricultores que ahorran dinero a través de la Agencia de Crédito aumentan los beneficios y los agricultores que carecen de capital obtienen apoyo financiero).
	No es fácil pedir dinero prestado a los bancos locales para ampliar la producción, el suministro y las ventas.	Promover el crédito al desarrollo a escala

Fuente: Wang y Luo (2019).

5.3.4 Beneficios por el mecanismo de cooperación en términos de economía, sociedad y medioambiente

Un efecto claro que se observó en la implementación del modelo, es que este no solamente mejoró los ingresos de los asociados sino que presentó un efecto rebote de beneficio a otros agricultores de la región que no pertenecen a la cooperativa, básicamente por la implementación de buenas prácticas de producción como consecuencia del asesoramiento en la producción y a la creación de una marca de productos de la región, que permitió la creación de valor a partir de garantizar la calidad y la seguridad alimentaria.

En la siguiente tabla se efectúa un resumen de los beneficios obtenidos por los asociados a la cooperativa gracias a la implementación del modelo de integración basado en el *supply chain*, entre las empresas pertenecientes a las cadenas productivas agroindustriales que hacen parte como actores de la red de suministro.

Tabla 2. Comparativo entre un antes y un después de la aplicación del modelo de integración, con relación a la gestión financiera

Criterio	Antes del modelo	Después del modelo
Economía	Ingresos: 460 USD (inferior al PIB anual por capital de 500 USD en el condado de Rui'an)	Ingresos: USD 11.000 (superior al PIB anual por capital de 10.000 USD en el condado de Rui'an)
	Miembros: 94	Miembros: 762
	Capital en Agencia de Crédito: USD 769,200	Capital en Agencia de Crédito: se ha incrementado un 231 % aproximadamente USD 2,549,700.
Social	Baja calidad de las verduras	Impacto social en las aldeas circundantes
	Los consumidores no sabían acerca de los productos vegetales de Meiyu Cooperativa	Calidad vegetal garantizada
	Falta de talentos	Marcas conocidas aumentar la demanda de los consumidores
	Relaciones vagas entre agricultores	Atraer talentos
		Facilitar el grado de transferencia de conocimiento de la Cooperativa Meiyu a los agricultores locales.
		Relación estrecha entre agricultores
Medio ambiente	Plaguicidas usados y vegetales normales	Menos uso de pesticidas/antibióticos
	No se puede garantizar la seguridad de las verduras	Verdura verde garantizada
		Aumentar la seguridad de las verduras

Fuente: Wang y Luo (2019).

5.3.5 Revisión de modelos de supply chain aplicados a cadenas productiva agroindustriales

El documento analizado aborda la temática desde la visión de los modelos de *supply chain* aplicados a la agroindustria en diversos países del mundo y cómo ha sido la evolución, proporcionando una visión estratégica del aprovisionamiento, el marketing y los negocios de las frutas y las verduras en el mundo (Samuel *et al*., 2012).

Uno de los principales actores de la red de suministro agroindustrial es el supermercado especializado en la venta de frutas y verduras, y es quien más se preocupa por el cumplimiento de las normas fitosanitaria tendientes a garantizar la seguridad alimentaria, por lo cual estos prefieren optar por acuerdos comerciales a largo plazo que permitan el desarrollo de los proveedores y la adecuación de sus procesos de producción al aseguramiento de la calidad y la frescura de los productos (Hueth *et al*., 1999).

El objetivo del trabajo se centró en identificar las características y especificidades de las redes de suministro agroindustriales para diferentes países del mundo, seleccionados a partir de la participación de dichas redes en el PIB de cada uno de ellos, asegurándose que cada uno de ellos tuviera una serie de variables distintas en relación con la diversidad climática, economía, geografía y cultura, incluyendo los EE. UU, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, desarrollados y China, Indonesia, Tailandia e India como economías en desarrollo (Samuel *et al*., 2012).

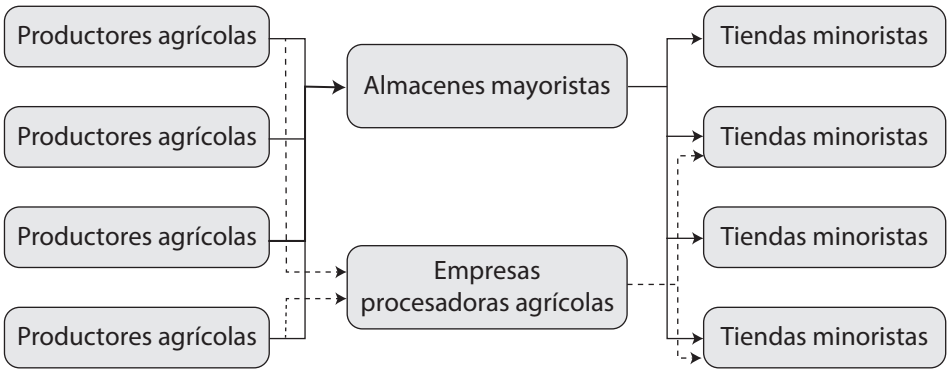
5.3.6 Análisis de la red de suministros agroindustriales del Reino Unido

En los últimos años el Reino Unido ha promulgado la importancia de la generación de Estados regionales enfocados a ser el eje del desarrollo capitalista centrado este en las ciudades (Brenner, 2004), llevando esto a que gran parte del desarrollo económico se focalice en la generación del concepto ciudad región, el cual permite la integración de las diferentes actividades económicas con las urbes (Scott, 2001).

Es así como basado en esto el gobierno del Reino Unido ha promulgado la importancia de desarrollar iniciativas local tendientes a la creación de redes de suministro agroalimentarias a partir de la creación de tiendas especializadas y mercados de agricultores regionales como medio de protección ante la amenaza de los mayoristas y almacenes de cadena (Hincrichs, 2003).

La red de suministro típica observada en el Reino Unido según (Samuel *et al*., 2012) está conformada por los productores agrícolas, los almacenes mayoristas, dentro de los cuales se encuentran los almacenes de cadena, las empresas productoras de alimentos procesados y las tiendas minoristas, teniendo la posibilidad los consumidores de adquirir los productos directamente a los agricultores.

Figura 8. La red de suministro típica



Fuente: Samuel *et al*. (2012).

5.4 Resultados

A partir de la revisión de la literatura y de los modelos asociativos analizados en relación a modelos de *supply chain* aplicados a cadenas productivas agrícolas, y según lo expuesto por Scaramuzzi *et al*. (2020), uno de los elementos de entrada al modelo es el relacionado a la identificación de los objetivos estratégicos de la comunidad objeto de estudio, para lo cual la propuesta contempla que estos objetivos deben estar alineados con un adecuado apoyo a la agricultura familiar, un desarrollo rural integral y a lograr una transformación a las comunidades.

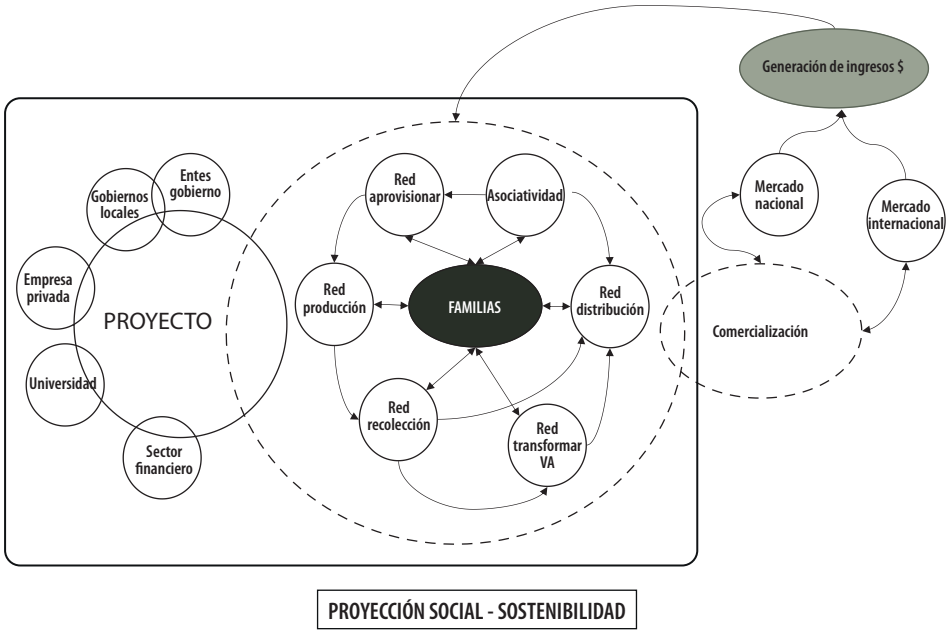
En ese orden de ideas la propuesta del modelo debe iniciar por la realización de un estudio de caracterización de la población objeto de estudio en la cual se pueda identificar las razones y los objetivos que motivan a la población a participar en este tipo de proyectos que involucran un emprendimiento social que se fundamentan en la cooperación como eje central para la búsqueda de soluciones a las problemáticas de la comunidad.

Estos emprendimientos que inicialmente son motivados de manera individual, deben ser entendidos por la comunidad como proyectos de desarrollo social que buscan el rompimiento de los esquemas tradicionales relacionados con la comercialización de los productos agrícolas, y cambiar su estructura de embudo a una en forma lineal, donde los productos cosechados alcancen los mercados a través de una red de distribución de circuito corto, en la cual la agregación de valor sea el elemento central de la misma, y que esta se traduzca en el mejoramiento de los ingresos a las pequeñas familias productoras, como por ejemplo, el vender productos bajo una marca que facilite a los consumidores finales la identificación de la misma y poder generar así el reconocimiento y la fidelización a los productos.

En este sentido, y desde el punto de vista metodológico, es necesaria la creación de los proyectos bajo un enfoque sistémico que involucre a los diferentes actores de este en la articulación con las familias campesinas de manera que generen sinergias y alianzas entre el Gobierno, la empresa privada, la academia y el sector financiero a fin de facilitar la creación de redes de aprovisionamiento, producción (cultivo), recolección, transformación y distribución que permitan la generación de valor a los productos agrícolas y así poder generar los recursos financieros necesarios que garanticen la sostenibilidad de los emprendimientos sociales en el tiempo.

Ahora bien, si se realiza una identificación de los factores de éxito del proyecto, uno de estos sería el de la motivación de las personas de la comunidad a trabajar en especial con el cambio de la mentalidad en relación con las formas en cómo se cultiva y comercializan los productos, y especialmente al entendimiento de la venta de productos bajo la óptica de la generación de valor de estos, la cual se da por medio de tres diferentes escenarios:

Figura 9. Esquema del enfoque sistémico del proyecto de asociatividad propuesto



Fuente: elaboración propia.

5.5 Discusión

Este primer escenario está orientada a la creación de valor a partir de mejorar los procesos relacionados con el cultivo de los productos enfocándose a la mejora de la calidad de estos, de tal forma que se pase de una producción artesanal a una tecnificada, que dé como resultado el perfeccionamiento de las características del producto o un mejor uso de los recursos requeridos para el cultivo logrando así una reducción en los costos de producción.

Estas prácticas tradicionales en el proceso de producción trae consigo dos consecuencias, la primera se relaciona a unos altos costos de cosecha lo cual conlleva a que se vean afectados los márgenes de utilidad, y la otra a que sea difícil la creación de valor en los procesos de comercialización, toda vez que se pierde la oportunidad de obtener sellos de calidad de los productos, lo que podría traer como beneficio un diferencial con la competencia y un posicionamiento en la mente del cliente a partir de poder resaltar aspectos como:

- Origen campesino del producto.
- El respeto por el medioambiente.
- El comercio justo.
- La marca del producto.

En el segundo escenario se busca la adopción de estrategias relacionadas con la diversificación de los productos sembrados y/o producidos con el fin de mejorar la oferta de productos en el mercado y ampliar el cubrimiento de este a partir de llegar a satisfacer más necesidades de la población.

Esta ampliación de la oferta debe desde la planeación de la operación garantizar el cubrimiento de una demanda a lo largo del año de acuerdo a los ciclos vegetativos de los cultivos y a los cambios climáticos de las diferentes regiones, según sea el comportamiento de los mismos: (i) Perennes, productos cuyo ciclo de cultivo se extiende a más de 12 meses, pero que una vez obtenida la primera cosecha, la vida útil de la planta se puede alargar durante varios años, (ii) anuales o cíclicos, en este grupo de cultivos se encuentran los que tienen un ciclo vegetativo menor a un año y como característica especial, una vez recogida la cosecha es necesario nuevamente realizar la siembra de nuevas matas, (iii) bienal, a esta categoría pertenecen los cultivos que tienen un periodo de productividad de dos años, es decir es necesario esperar para la recogida de la cosecha dos ciclos, y (iv) por último encontramos los productos denominados temporales, que dependen de los ciclos climáticos, ya sea por temporadas secar o de lluvia.

BIBLIOGRAFÍA

Ascione, E., Cristiano, S., & Tarangioli, S. (2010). *Farm Advisory Services for the Agro-Food Supply Chain as a Foster of Innovation: The Case of Veneto Region*. Istituto Nazionale Di Economia Agraria, INEA.

Belletti, G. & Berti, G. (2011) Turismo, ruralità e sostenibilità attraverso l'analisi delle configurazioni turistiche. In: Pacciani A (ed) Aree rurali e configurazioni turistiche. Differenziazione e sentieri di sviluppo in Toscana, Milano, Franco Angeli.

Brenner, N. (2004). Urban governance and the production of new state spaces in western Europe, 1960-2000. In Review of International Political Economy. https://doi.org/10.1080/0969229042000282864

Cristiano, S. & Proietti, P. (2019). Evaluating the effects of interactive innovations at farm level: the potential of FADN. *Journal of Agricultural Education and Extension, 25*(2), 103-116. https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1583812

Chambers, R. (1994). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development, 22*(7), 956-969. https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90141-4

George, G., & Bock, A. J. (2011). The Business Model in Practice and its Implications for Entrepreneurship Research. *Entrepreneurship: Theory and Practice, 35*(1), 83–111. https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2010.00424.x

Hincrichs, C. C. (2003). The practice and politics of food system localization. *Journal of Rural Studies, 19*(1), 33-45. https://doi.org/10.1016/S0743-0167(02)00040-2

Hueth, B., Ligon, E., Wolf, S., & Wu, S. (1999). Incentive Instruments in Fruit and Vegetable Contracts: Input Control, Monitoring, Measuring, and Price Risk. *Applied Economic Perspectives and Policy, 21*(2), 374-389. https://doi.org/10.2307/1349886

Ploeg, J. & Wiskerke, J. (2004). Seeds of Transition: Essays on Novelty Production, Niches and Regimes in Agriculture (1st ed., p. 304). Royal Van Gorcum. Kindon, S., Pain, R., & Kesby, M. (2009). Participatory Action Research. En *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 90-95). https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00490-9

Liu, Y. & Guo, X. (2018). Mechanism of cooperative performance improvement in agricultural product *supply chain* based on behavioral cognitive science. *NeuroQuantology, 16*(5). https://doi.org/10.14704/nq.2018.16.5.1388

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Smith, A. & Movement, T. (2010). Business Model Generation: book review. https://assets.strategyzer.com/assets/resources/business-model-generation-book-preview-2010.pdf

Ploeg, J. D., & Renting, H. (2004). Behind the "Redux": A Rejoinder to David Goodman. *Sociologia Ruralis, 44*, 234-242. https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00272.x

Samuel, M. V., Shah, M., & Sahay, B. S. (2012). An insight into agri-food *supply chains*: A review. *International Journal of Value Chain Management, 6*(2), 115-143. https://doi.org/10.1504/IJVCM.2012.048378

Scaramuzzi, S., Belletti, G., & Biagioni, P. (2020). Integrated *Supply Chain* Projects and multifunctional local development: the creation of a Perfume Valley in Tuscany. *Agricultural and Food Economics, 8*(5). https://doi.org/10.1186/s40100-019-0150-8

Scott, A. J. (2001). Globalization and the rise of city-regions. *European Planning Studies, 9*(7), 813-826. https://doi.org/10.1080/09654310120079788

Ventura, F., Diotallevi, F., Ricciardulli, N., & Berletti, M. (2011). Evaluation of policy measures for agri-food networks in Italian rural development programmes (No. 705-2016-48254).Wang, L., & Luo, J. (2019). Vegetable supply chain integration: The case of a trinity cooperative in China. *International Food and Agribusiness Management Review, 22*(5). https://doi.org/10.22434/IFAMR2019.0023

Zumpano, C. (2009). La Rete nazionale per lo sviluppo rurale: Opportunita e sfide. (The Italian Network for Rural Development: Challenges and Weaknesses. With English summary.). QA: Rivista Dell' Associazione Rossi-Doria.

Organización de las Naciones Unidas. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible [en línea]. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible.

Sistemas Logísticos
en la comercialización de productos agrícolas basados en la industria 4.0

El presente libro se basa en los resultados de investigación del proyecto Sistema logístico apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas. En este se muestra cómo se genera un sistema logístico apoyado en herramientas 4.0 en comercialización de productos agrícolas en el cual se logre integrar variables como las redes de valor, la economía colaborativa, el cuidado del medio ambiente, la innovación y la transformación digital.

En la primera parte del libro se presenta una aproximación a la determinación de un modelo genérico de fabricación inteligente de productos agrícolas. En la segunda, se aborda la temática relacionada con el aprovisionamiento y la aplicación de la analítica de datos en la selección de proveedores. Luego, se realiza la estructuración de una herramienta digital para la comercialización de productos agrícolas; y por último, se plantea una propuesta de modelo de negocio fundamentada en la aplicación del concepto Supply Chain que facilite la integración tanto horizontal como vertical de los actores de la industria agroalimentaria.

El objetivo de este libro es impactar principalmente a la comunidad académica por medio de la difusión de modelos sostenibles en redes y su importancia en la integración de los actores de la supply chain. Por otro lado, a las empresas por medio del entendimiento de la red de valor.

Incluye

- Presenta una guía para el diseño de proyectos de aplicación de la industria 4.0 en el campo colombiano.
- Diseño de modelos sostenibles mediante la aplicación de un enfoque sistémico y de la industria 4.0.
- Presenta un caso aplicado de la analítica de datos en la selección de proveedores en el campo colombiano.
- Nuevos modelos de integración de los actores en las redes de valor.

Jesús Abel Afanador Barajas
Ingeniero Industrial y máster universitario en Industria 4.0. Docente en programas de Administración Logística y Administración de Empresas e investigador en Logística Urbana y Redes de Valor en Industria 4.0. Ha publicado sobre temas relacionados con logística urbana y modelos de distribución corta para productos agrícolas.

Francisco Mariano Villalba Cruz
Ingeniero Industrial con especialización y maestría en Redes de Valor y Logística, analista internacional certificado en Supply Chain por ISCEA e investigador de Alto Nivel de la Universidad Santo Tomás. Diseñador y gestor de sistemas logísticos y redes logísticas de abastecimiento, producción y distribución. Docente de Maestría en Dirección de Empresas en la Universidad Sergio Arboleda y de especializaciones de Gerencia Logística en la EAN.

compensar | fundación universitaria

e-ISBN 978-958-503-512-6
9 789585 035126