



Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca

ROBERT MAURICIO QUIÑONES ZÚÑIGA

Universidad EAN
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Maestría en Innovación
Bogotá, Colombia
2021

Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca

ROBERT MAURICIO QUIÑONES ZÚÑIGA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Innovación

Director (a):

MAIRA ALEJANDRA GARCÍA JARAMILLO

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Innovación

Bogotá, Colombia

2021

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. Octubre - 11 - 2021

Dedicatoria

A mi Familia, Liset Rocio Mellizo Gómez
y mi hijo Miguel Quiñones Mellizo,
quienes me motivan a ser una mejor
persona.

Agradecimientos

A Dios por guiarme y permitirme cumplir este objetivo, a la familias: Quiñonez Zúñiga, Mellizo Gómez, Molano Quiñonez, Rivera Quiñonez, Castro Quiñonez y Campo Zambrano, por su incondicional apoyo durante este proceso, a mi directora de trabajo de grado, Maira Alejandra García Jaramillo, por brindarme su asesoría y acompañamiento durante el desarrollo de la investigación, al Clúster CreaTIC por su gran trabajo en fomentar las competencias tecnológicas de la región y apoyar la formación de talento humano, a la Federación Campesina del Cauca por apoyar el proceso de caracterización a la población desplazada. Finalmente, quisiera agradecer a Tecnicafé, el Comité de Cafeteros del Cauca, Cicaficultura, Buxtar y a todos los caficultores que participaron de esta investigación por sus aportes y compromiso con la Caficultura Colombiana.

Resumen

Uno de los principales retos en el departamento del Cauca es la integración de soluciones TIC al sector agropecuario como mecanismos de agregación de valor a la producción. En particular, el sector cafetero se ve afectado por la escasa infraestructura tecnológica, canales de comunicación débiles, canales de comercialización excluyentes, además de un manejo ineficiente de los procesos de producción, cosecha y beneficio del café; lo que genera que el sector pierda productividad y disminuya su atractivo para las futuras generaciones.

En este sentido, la presente investigación es un aporte a los procesos de agregación de valor a la caficultura a través de tecnología y su objetivo es diseñar una estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca con el fin de promover el uso de herramientas TIC's para mejorar la productividad y competitividad del sector cafetero del Cauca.

El enfoque de la investigación fue de carácter mixto y se desarrolló en tres fases: la primera, identificó las principales experiencias en la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, en el sector cafetero a nivel nacional e internacional; la segunda, analizó los requerimientos técnicos y socioculturales para implementar tecnologías basadas en internet de las cosas, aplicables al sector cafetero en el Cauca y la tercera se estructuró la propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, teniendo en cuenta aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales dentro del contexto del sector cafetero en el Cauca.

Como resultados de la investigación se identifican las líneas tecnológicas de IoT con mayor potencial para su aplicación en la caficultura. Se realizan entrevistas a actores relevantes de la caficultura en el Cauca y se trabaja en una caracterización socioeconómica de los caficultores en el Cauca, lo cual permitió identificar aspectos socioculturales, económicos y técnicos; relevantes para el diseño de la estrategia de transferencia tecnológica de IoT a los caficultores. Finalmente, se plantea una estrategia para la transferencia de tecnologías basadas en IoT aplicables a la caficultura del Cauca teniendo en cuenta los aspectos técnicos/tecnológicos, legales, gestión de aliados y recursos, socioculturales y económicos.

Palabras clave: Transferencia tecnológica, Internet de las cosas, Sector cafetero.

Abstract

One of the main challenges in the department of Cauca is the integration of ICT solutions to the agricultural sector as mechanisms for adding value to production. In particular, the coffee sector is affected by the scarce technological infrastructure, weak communication channels, exclusive marketing channels, as well as inefficient management of the coffee production, harvesting and processing processes; which causes the sector to lose productivity and diminish its attractiveness for future generations.

In this sense, this research is a contribution to the processes of adding value to coffee growing through technology and its objective is to design a methodological strategy for the transfer of technologies based on the internet of things with application in coffee growing in Cauca with the purpose of promoting the use of ICT tools to improve the productivity and competitiveness of the Cauca coffee sector.

The research approach was mixed and developed in three phases: the first, identified the main experiences in the implementation of technologies based on the IoT, in the coffee sector at a national and international level; the second, analyzed the technical and sociocultural requirements to implement technologies based on the IoT, applicable to the coffee sector in Cauca and the third structured the methodological proposal for the implementation of technologies based on the IoT, having into account regulatory, technical and sociocultural aspects within the context of the Cauca coffee sector.

As results of the research, the technological lines of IoT with the greatest potential for its application in coffee growing are identified. Interviews are conducted with relevant actors of coffee growing in Cauca and work is done on a socioeconomic characterization of coffee growers in Cauca, which allowed identifying socio-cultural, economic and technical aspects; relevant for the design of the IoT technology transfer strategy to coffee growers. Finally, a strategy is proposed for the transfer of technologies based on IoT applicable to coffee growing in Cauca, taking into account technical / technological, legal, partner and resource management, sociocultural and economic aspects.

Keywords: Technology transfer, Internet of things, Coffee sector.

Tabla de contenido

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABLAS.....	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. OBJETIVO GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1. TIC	21
4.2. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA.....	22
4.3. BRECHA DIGITAL O TECNOLÓGICA.....	25
4.4. INTERNET DE LAS COSAS	26
5. HIPÓTESIS	27
6. METODOLOGÍA	28
6.1. ENFOQUE, DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y ALCANCE O TIPO DE ESTUDIO	28
6.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	29
6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
6.4. SELECCIÓN DE MÉTODOS O INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	31
6.5. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	31
7. TRABAJO DE CAMPO	33
7.1. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: IOT EN EL SECTOR CAFETERO EN COLOMBIA Y LATINOAMÉRICA	33
7.2. PRINCIPALES ACTORES DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ EN EL CAUCA	40
7.3. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS FINCAS CAFETERAS EN EL CAUCA	48
7.4. CONTEXTO TECNOLÓGICO DE LAS FINCAS CAFETERAS DEL CAUCA.....	61
7.5. ESTRUCTURACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS BASADAS EN IOT EN FINCAS CAFETERAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.....	63
7.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	87
9. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	88
9.1. CONCLUSIONES.....	88
9.2. TRABAJO FUTURO	91

10. REFERENCIAS	92
A. ANEXO. MAPA CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO	109
B. ANEXO. FICHA TÉCNICA.....	110
C. ANEXO. FORMATO DE ENCUESTA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y ANÁLISIS DE BRECHAS DIGITALES EN EL SECTOR CAFETERO DEL CAUCA.	111
D. ANEXO. ENTREVISTAS A EXPERTOS DEL SECTOR CAFETERO: CONTEXTO TECNOLÓGICO E INFRAESTRUCTURA DEL SECTOR CAFETERO EN EL CAUCA.....	114
E. ANEXO. OBSERVACIÓN DIRECTA	115
F. ANEXO. ENTREVISTAS A EXPERTOS DEL SECTOR CAFETERO: IDENTIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR CAFETERO DEL CAUCA.	116
G. ANEXO. CICLOS CORTOS DE VALIDACIÓN.	117
H. ANEXO. APLICACIÓN DE IOT EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE LATINOAMÉRICA (SCOPUS)	118
I. ANEXO. APLICACIÓN DE IOT EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE LATINOAMÉRICA (WOS)	119
J. ANEXO. MINUTA DE CONTRATO PARA PROCESOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	120

Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Producción bibliográfica por país en Latinoamérica 2016-2021.	34
Figura 2. Mapa de calor o densidad – SCOPUS	39
Figura 3. Mapa de calor o densidad - WoS	40
Figura 4. Municipios caficultores del Cauca.	42
Figura 5. Distribución por sexo.....	48
Figura 6. Distribución poblacional por rango de edad.....	49
Figura 7. Nivel Educativo.....	50
Figura 8. Situación de empleo	50
Figura 9. Nivel de ingresos.....	51
Figura 10. Tipo de vivienda.....	51
Figura 11. Modalidad de la vivienda	52
Figura 12. Materiales de construcción de la vivienda.....	52
Figura 13. Acceso a servicios públicos	53
Figura 14. Extensión de finca (hectáreas).....	54
Figura 15. Variedades cultivadas de café.....	54
Figura 16. Productos que comercializa además del café.....	55
Figura 17. Acceso a internet	56
Figura 18. Personas del hogar que más acceden a internet	56
Figura 19. Acceso a internet según dispositivo electrónico	57
Figura 20. Actividades que realiza en internet.....	58
Figura 21. Uso de teléfono móvil.....	59
Figura 22. Acceso a computadores en el hogar.....	59
Figura 23. Actividades de fortalecimiento tecnológico	60
Figura 24. Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías de IoT con aplicación en la caficultura del Cauca	72
Figura 25. Tendencias Tecnológicas de IoT aplicables al sector cafetero.	73
Figura 26. Aplicación estrategia metodológica de transferencia de tecnologías de IoT en fincas caficultoras del Cauca.....	84

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. IoT para la caficultura	38
Tabla 2. Tipo de caficultura.	42
Tabla 3. Estructura de la Caficultura en el Cauca.	43
Tabla 4. Instituciones y/u organizaciones cafeteras en el Cauca.....	44
Tabla 5. Otras Instituciones.	45
Tabla 6. Instituciones de educación superior del Cauca.....	45
Tabla 7. Cooperativas y Asociaciones de café en el Cauca.....	46
Tabla 8. Principales exportadoras de café del Cauca.....	47
Tabla 9. Recursos	75
Tabla 10. Gestión de aliados	75
Tabla 11. IoT para la caficultura	79
Tabla 12. Contexto tecnológico y principales insights	82

1. Introducción

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Antecedentes del Problema

En Colombia el proceso para el uso y apropiación de tecnologías de la información (TI) es liderado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) a través de la “Estrategia para el uso y apropiación de TI”. Uno de sus lineamientos busca “promover iniciativas de extensión y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, que permitan su efectiva integración a contextos locales y sociales específicos, y contribuyan al desarrollo humano de las comunidades involucradas” (Colciencias, 2010). Sin embargo, la estrategia solo aporta directrices generales y en la práctica muchas de las iniciativas de apropiación y transferencia tecnológica no han logrado alcanzar el objetivo en el ámbito rural colombiano (Mejía, 2003).

A nivel local, la Corporación de Incubación y Fomento de Empresas de Base Tecnológica - Clúster CreaTIC (CreaTIC) desde el año 2014 ha desarrollado diferentes actividades¹ enfocadas en fortalecer la industria de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) del Departamento del Cauca. Al respecto, uno de los principales retos ha sido integrar soluciones TIC como mecanismos de agregación de valor a la producción del sector agroindustrial. Es por ello, que en los últimos años se ha venido realizando un trabajo articulado entre empresarios, emprendedores y diferentes instituciones públicas; que ha permitido desarrollar diferentes soluciones TIC enfocadas en atender problemáticas

¹ Creación de startups, aceleración de empresas, cursos de formación en TIC, hackathons y ruedas de negocio, entre otras.

de los principales sectores productivos de la región. Un ejemplo de ello son las soluciones desarrolladas para atender las problemáticas del sector cafetero, a saber: Cafetal Soft (Agenda Cafetera, Control Cafetero y Gestión Cafetera)² y TraZagro (CreaTIC, 2017). Además, InnovAcción Cauca a través de sus convocatorias “Proyectos conjuntos UEES – Modalidad I+D” (InnovAcción Cauca, 2017) permitió el desarrollo de la tecnología TazaCafé (antes denominada CoffeeQualiTIC)³. Sin embargo, estas soluciones TIC que resuelven problemáticas específicas del sector cafetero han sido pensadas principalmente desde la oferta del sector y solo han realizado ejercicios empíricos de transferencia de tecnológica que no han sido documentados y tampoco han logrado ser escalables, impidiendo que la caficultura caucana se tecnifique en un mayor grado a pesar de contar con las herramientas para tal fin.

1.1.2. Descripción del Problema

Según reportes de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) (Federación Nacional de Cafeteros, 2018a), el precio del café en ese año alcanzó su menor nivel competitivo en el mercado internacional, generando problemas de rentabilidad en el sector. Principalmente, la falta de oferta de productos de café con valor agregado ha hecho que la comercialización del café se continúe desarrollando de manera tradicional y responda principalmente a la cotización del valor de café en las bolsas internacionales, donde la especulación afecta los precios del café, además de otros factores del mercado (García, 2018). Así mismo, el manejo ineficiente de los procesos de producción, cosecha y

² Cafetalsoft es una aplicación móvil que mejora la productividad del cultivo de café a través del control administrativo y operativo de la finca; permitiendo a los caficultores llevar un registro completo de sus actividades en campo, trazabilidad y gestión (Buxtar SAS, 2018)

³ TazaCafé es un sistema de trazabilidad de café que usa tecnología de RFID y códigos QR para rastrear la información de los sacos de café comercializados (BeeTIC SAS, 2018)

beneficio del café hacen que el sector pierda productividad (Federación Nacional de Cafeteros, 2018a). En ese sentido, se identifica una falta de conocimiento para el tratamiento del café de alta calidad y su procesamiento, escasa infraestructura tecnológica, canales de comunicación débiles y canales de comercialización excluyentes, donde el mayor porcentaje de rentabilidad es captado por el comercializador, lo que desestimula a los jóvenes a continuar con la actividad de la caficultura y agrava los problemas del sector.

En este contexto, desde el año 2012 el gobierno nacional ha realizado esfuerzos para apoyar los procesos de innovación y transferencia tecnológica en sectores estratégicos como el sector cafetero⁴ (Universidad Nacional de Colombia, 2017); lo que generó la articulación de diferentes instituciones en el ámbito local⁵ para trabajar en pro del crecimiento de la industria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) del departamento del Cauca, con un modelo asociativo liderado por los empresarios y emprendedores⁶ que ha permitido concentrar esfuerzos y generar soluciones tecnológicas (ST) para el sector cafetero. Algunas de estas ST se han orientado a atender las problemáticas relacionadas con la producción, transformación y comercialización del café; y requieren una propuesta metodológica para la transferencia tecnológica que responda a la realidad local y regional como aporte a la competitividad del sector cafetero.

⁴ En la región se aplica el modelo triple hélice (Universidad-Empresa-Estado) en proyectos financiados con recursos del sistema general de regalías (SGR) y ejecutados por actores de la región.

⁵ A nivel local algunos ejemplos de estas instituciones son: La Corporación de Incubación y Fomento de Empresas de Base Tecnológica - Clúster CreaTIC, el Parque Tecnológico del Café - TECNICAPE, La Universidad del Cauca, La Universidad Autónoma del Cauca -Uniautónoma-, La Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y el Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca (CREPIC).

⁶ Principalmente Spin off y Startups (CreaTIC, 2017).

Si bien es cierto que existen diferentes tipos de ST en el ámbito del internet de las cosas (IoT - por sus siglas en inglés) disponibles en el mercado; estas herramientas han sido pensadas desde la oferta de las empresas de base tecnológica y poco se ha avanzado desde la perspectiva investigativa en los mecanismos para que estas soluciones tecnológicas sean accesibles y asequibles por parte del sector productivo agropecuario. En este orden de ideas, se hace necesario el despliegue de estudios técnicos que posibiliten el ejercicio de una transferencia tecnológica que involucre a los productores como agentes activos dentro de la metodología. Por ello, esta investigación busca diseñar una propuesta metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT, aplicables al sector cafetero en el departamento del Cauca.

Para tal fin, en primer lugar se realiza una revisión bibliométrica de los principales referentes en Latinoamérica frente al uso de tecnología en ámbitos agrícolas afines a este proyecto, identificando los beneficios y potencialidades de la implementación de tecnologías basadas en IoT para fincas caficultoras del departamento del Cauca.

En segundo lugar, se mapean los actores que intervienen en la cadena productiva del café y se realiza una caracterización socioeconómica de las fincas cafeteras del departamento del Cauca, que son complementadas con entrevistas a actores relevantes de la cadena de valor del café para conocer el contexto tecnológico y la infraestructura disponible en las fincas cafeteras en el departamento del Cauca.

Finalmente, en tercer lugar, se identifican las buenas prácticas para la transferencia de tecnologías basadas en IoT para fincas cafeteras del departamento del Cauca, se definen las directrices técnicas y socioculturales para su implementación y se diseña la propuesta

metodológica para la transferencia de tecnología basada en IoT aplicables a la caficultura del Cauca, previamente validada mediante una prueba piloto con caficultores de la región.

1.1.3. Pregunta de Investigación:

¿Qué elementos son relevantes para desarrollar una propuesta metodológica de transferencia de tecnologías basadas en IoT, aplicables a la caficultura como aporte a la competitividad del sector en el departamento del Cauca-Colombia?

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, aplicables al sector cafetero en el departamento del Cauca.

2.2. Objetivos Específicos

2.2.1. Identificar las principales experiencias en la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, en el sector cafetero a nivel nacional e internacional.

2.2.2. Analizar los requerimientos técnicos y socioculturales para implementar tecnologías basadas en internet de las cosas, aplicables al sector cafetero en el departamento del Cauca.

2.2.3. Estructurar una propuesta metodológica que permita la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, teniendo en cuenta aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales dentro del contexto del sector cafetero en el departamento del Cauca.

3. Justificación

Las TIC se destacan como un elemento diferenciador y potenciador de dinámicas de mejoramiento productivo y competitivo. En el caso de las organizaciones del sector cafetero, las necesidades puntuales se sitúan principalmente en el acceso a la infraestructura de las TIC a través de contenidos apropiados y contextualizados a nivel social, cultural y productivo; que incentiven la continuidad generacional por parte de los jóvenes. Además, el manejo ineficiente de los procesos de producción, cosecha y beneficio del café, hacen que el sector cafetero pierda productividad. Es por ello, que esta investigación busca abordar temas como brechas tecnológicas y transferencia de tecnología, con el fin de facilitar los procesos de implementación tecnológica en pro del mejoramiento de la competitividad y calidad de vida de los caficultores del departamento del Cauca a través de una estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación a la caficultura del Cauca.

La presente investigación es un aporte metodológico al modelo de transferencia tecnológica triple hélice (Universidad-Empresa-Estado) bajo el cual se han venido desarrollando las diferentes soluciones tecnológicas para el sector cafetero en la región. A nivel práctico busca plantear lineamientos específicos para realizar procesos exitosos de transferencia tecnológica en la caficultura del Cauca, teniendo en cuenta los principales actores de la cadena productiva del café y su contexto socioeconómico, cultural y tecnológico. De esta forma, se pretende facilitar la masificación de las soluciones TIC innovadoras en el sector cafetero aprovechando los componentes digitales que existen actualmente, y contribuir a la generación de procesos más efectivos en los esfuerzos de

agregación de valor que la cadena productiva del sector cafetero está buscando para mejorar su rentabilidad y que la caficultura sea más atractiva para los jóvenes que a futuro realizarán el relevo generacional y quienes son el futuro del sector agrícola del país.

Finalmente, se espera que esta propuesta de investigación contribuya a la construcción de debates sobre las diferentes metodologías de transferencia tecnológica que se implementan actualmente en el ámbito nacional de la caficultura.

4. Marco de referencia

El estado del arte de la presente investigación se realizó a través de un análisis bibliométrico que es presentado en el numeral 7.1. que muestra los principales avances en Latinoamérica frente al uso de tecnologías basadas en IoT para la Agricultura, y se identifican los beneficios y potencialidades de IoT aplicado a la Caficultura (Ver Tabla 1), a través de cuatro habilitadores tecnológicos de IoT aplicables a la caficultura, según las tendencias de uso de tecnologías para el sector agro en Latinoamérica.

Adicionalmente, es importante agregar que el contexto de la investigación se desarrolla en el marco de la revolución industrial 4.0, lo que implica la integración de nuevas tecnologías⁷ con los procesos productivos. En el caso de la caficultura colombiana se destaca la integración de tecnologías de IoT, computación en la nube e inteligencia artificial, con herramientas TIC especializadas en café, las cuales contribuyen a la agregación de valor a la producción de café e implican una transición hacia un tipo de agricultura inteligente (Ver figuras 2 y 3).

De otro lado, en lo referente al marco teórico la investigación trabaja alrededor de cuatro conceptos: TIC, transferencia de tecnología, brechas tecnológicas e internet de las cosas. En la sección de anexos, en el anexo A, se puede visualizar la estructura del marco teórico.

⁷ Las nuevas tecnologías están conformadas por: robótica, computación en la nube, big data, inteligencia artificial, IoT, simulación, realidad aumentada, manufactura auditiva, integración vertical y horizontal y ciber-seguridad.

4.1. TIC

Las TIC se definen como “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes” (Art. 6 Ley 1341 de 2009). En otras palabras, las TIC constituyen aquellos medios e instrumentos digitales que permiten la comunicación, acceso, creación y procesamiento de información en tiempo real (Monge, Alfaro y Alfaro, 2005). El Plan de Desarrollo Nacional (PDN) 2018-2022 ve en las TIC un mecanismo para avanzar hacia la construcción de una sociedad digital que interconecta a las zonas rurales con otras regiones; y también para impulsar la transformación empresarial, toda vez, el uso de nuevas tecnologías permite el mejoramiento de la productividad y competitividad (Vallejo, 2019); así mismo, una de las recomendaciones del Informe Nacional de Competitividad (INC) del año 2019 en referencia a la transformación digital de las empresas es crear estrategias que faciliten el uso de las TIC en las actividades empresariales (CNC, 2019). Sin duda, en la actualidad el uso de las TIC es cada más frecuente no solo en el trabajo sino en la vida cotidiana de las personas, lo que representa un nuevo abanico de posibilidades en los negocios y en la adquisición de competencias digitales para el mejoramiento de la competitividad (OCDE, 2019). En este contexto, las TIC juegan un rol fundamental en la competitividad y se articula con las estrategias nacionales de transformación empresarial. Esta investigación hace énfasis en las herramientas TIC basadas en IoT por su aplicabilidad en el sector cafetero y sus beneficios potenciales en los procesos de agregación de valor en la cadena de productiva de la caficultura.

4.2. Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica es un concepto que implica la creación de vínculos entre los actores que proporcionan la tecnología y los destinatarios en todos los procesos que “conlleva a obtener, colaborar, ceder, autorizar, acceder o posicionar conocimiento innovador en los mercados actuales” (Velazquez y Gallego, 2017, p 209). Además, la transferencia tecnológica conlleva un proceso formal de cesión en los derechos de uso y/o comercialización de innovaciones producto de investigaciones científicas (AUTM⁸, 2020). Al respecto, la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) aclara que el proceso de transferencia tecnológica hace referencia al proceso de transferencia de innovaciones protegidas por derechos de propiedad intelectual (OMPI, 2020). En todo caso, la dificultad de los procesos de transferencia tecnológica depende de la complejidad de la tecnología misma ya que puede ir desde sencillos procesos de enseñanza hasta licenciamiento y contratación de personal especializado (OMPI, 2005). En este sentido, es importante comprender que la transferencia de tecnología no solo involucra el acceso y uso de la tecnología a transferir, sino que también implica la transferencia del conocimiento asociado que se relaciona con el saber hacer y la experiencia de los actores involucrados en el proceso de transferencia tecnológica (González, 2011).

Por su parte, Urquiola añade que la transferencia de tecnología es un proceso de traspaso o transmisión de tecnologías que se produce en las siguientes etapas: adquisición, asimilación y difusión; y busca mejorar la eficiencia, competitividad, el bienestar social y la sustentabilidad (Urquiola, A. 2005, citado por Morejón, A. 2015). Adicionalmente, cabe anotar que la transferencia tecnológica implica un proceso de retención de tecnologías y

⁸ Association of University Technology Managers (AUTM) por sus siglas en inglés.

puede darse entre industrias, individuos o instituciones (Da Silva, Kovaleski y Pagani, 2019), toda vez se tenga una adecuada comprensión del entorno socioeconómico y cultural, así como la racionalidad de la población rural que se quiere beneficiar (Cáceres, Silveti, Soto, Robledo y Crespo, 1997).

4.2.1. Transferencia tecnológica en Latinoamérica

En Latinoamérica los principales avances de transferencia de tecnología aplicada a la agricultura se encuentran en el campo de los cultivos agrícolas de alta precisión, ganadería biométrica y uso eficiente del agua. Al respecto, las innovaciones más significativas corresponden a la implementación de TIC en los procesos productivos, collares, dispositivos de monitoreo, sensores y sistemas especializados de comunicación (Trigo y Elverdin, 2019); además, se resalta el papel que juega la transferencia de tecnología en el desarrollo rural y la búsqueda de prácticas productivas sostenibles (Corsi, Negri, Kovaleski y Da Silva, 2020). También se resalta el rol que las cadenas de valor juegan en los procesos de transferencia tecnológica para los pequeños productores en países emergentes (Swinnen y Kuijpers, 2019).

No obstante, también se identifican malas prácticas de transferencia tecnológica que se enfocan en el asistencialismo de las comunidades rurales y que en algunos casos no responden a necesidades reales de la comunidad sino de los dueños de las tecnologías, generando desconexión entre el proceso de transferencia tecnológica y los actores receptores de la tecnología (Villacís, E., Rodríguez, L y Ayarza, C., 2016).

En Colombia el Estado ha buscado implementar los procesos de transferencia tecnológica desde el Servicio de Asistencia Técnica Directa Rural (SATDR)⁹ como una estrategia para mejorar la productividad del campo colombiano (Gutiérrez, Calle y Agudelo, 2018). Sin embargo, los resultados obtenidos no han cumplido con las expectativas ya que las estrategias implementadas son de carácter general y no tienen en cuenta que los factores socioeconómicos de cada región en Colombia son diferentes. (Gutiérrez y Calle, 2019). Entre las principales problemáticas que afectan los procesos de transferencia tecnológica en las zonas rurales se encuentran el bajo aprovechamiento de las TIC en el sector agropecuario, el bajo grado de acampamiento y/o capacitación en el uso de las TIC y el bajo nivel educativo de población dedicada a esta actividad (Mora, Salas, García, Rincón, Zarate, Mejía, Portilla, y Rubiano, 2017).

4.2.2. Transferencia Tecnológica en Colombia

Las investigaciones más recientes en el ámbito nacional muestran avances en materia de transferencia tecnológica en el sector piscícola (Navia, Cubillos, Herrera y Mendoza, 2018), en el sector palmero (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite - FEDEPALMA, 2011) en la producción de Cacao (Fuentes, 2014). Respecto al sector cafetero las investigaciones se han enfocado en las capacidades tecnológicas para innovación de la cadena de suministro del café (Quintero, Marín, Sánchez, Cubillos, Ruiz y Giraldo, 2019) y los esfuerzos de la FNC se han concentrado en el desarrollo de herramientas tecnológicas para mejorar los canales de comunicación con los caficultores

⁹ El SATDR es la asesoría integral que provee el Estado a los productores rurales en relación al manejo de suelos, planificación de actividades, uso de tecnologías, fuentes de financiación y las demás actividades relacionadas que apoyen el desarrollo rural (Art3. Ley 607 del 2000)

(Federación Nacional de Cafeteros, 2018b). En lo referente a tecnología se destaca el Bean Track como una de las tecnologías aplicadas al sector cafetero por Almacafé y Juan Valdez para brindar servicios de trazabilidad, suministrando información del origen de café a los clientes a través de la lectura de códigos disponibles en las bolsas de café (Federación Nacional de Cafeteros, 2010). A nivel local, en el departamento del Cauca se destaca la creación de tres tecnologías enfocadas a resolver problemáticas del sector cafeto: Agenda Cafetera (Meneses, 2020), TrazAgro (Arias, 2020), IoT Agro (Montoya, Rodríguez y Rodríguez, 2020) y TazaCafé (BeeTIC, 2018).

4.3. Brecha Digital o Tecnológica

La brecha digital o tecnológica según la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) se define como “la distancia entre áreas individuales, residenciales, de negocios y geográficas en los diferentes niveles socio-económicos en relación con sus oportunidades para acceder a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, así como al uso de la Internet” (OECD, 2001, p. 4). Así mismo, resalta que el problema de las brechas digitales es producto de varios factores, que incluyen el nivel de ingresos, la alfabetización y la educación; y no puede ser resuelto únicamente con la instalación de redes e infraestructura tecnológica (OECD, 2004).

Por su parte, MinTIC plantea que la brecha digital o tecnológica se refiere a la diferencia socioeconómica entre comunidades que genera el acceso a las TIC y su capacidad de usar estas herramientas según el nivel de alfabetización y capacidad tecnológica (MinTIC, 2020). En este sentido, las brechas digitales marcan las desigualdades que surgen por no tener acceso y uso de internet y TIC entre diferentes

sectores sociales. Una forma de determinar las brechas digitales es analizando las variables de acceso, uso y calidad en diferentes grupos poblacionales (Bernal, Gonzales, Ojeda y Zanfrillo, 2010). Sin embargo, se debe tener en cuenta que aspectos como la geografía, la diferencia generacional, la apropiación social de las TIC, las características demográficas y socioeconómicas son determinantes de las brechas digitales que se generan en la sociedad (Rodríguez, 2006). En este sentido, esta investigación buscará aportar al análisis de las brechas tecnológicas en el sector cafetero del departamento del Cauca entendiendo su contexto socioeconómico y cultural.

4.4. Internet de las cosas

Según el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MinTIC- (2016), “el internet de las cosas es la red formada por los objetos físicos que se pueden acceder a través de internet... Cuando los objetos pueden detectar y comunicar, cambia cómo y dónde se toman las decisiones, quién las toma y cómo interactúan los elementos entre sí. Esto da lugar a una multitud de aplicaciones como la localización, la automatización de procesos o el control remoto”. Para efectos de la investigación solo se tendrán en cuenta las tecnologías basadas en IoT que sean aplicables al sector cafetero.

5. Hipótesis

La caficultura del Cauca requiere que se tengan en cuenta los aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales para implementar adecuadamente una propuesta metodológica de transferencia de tecnologías basadas de IoT.

6. Metodología

6.1. Enfoque, Diseño de la Investigación y Alcance o Tipo de Estudio

Esta investigación aplicó un enfoque mixto que corresponde a un tipo de estudio cualitativo y cuantitativo. El alcance de la investigación es descriptivo utilizando un diseño no experimental transeccional y la triangulación concurrente (DITRIAC). Un aspecto importante para la adopción de esta metodología es que tiene tanto un componente de reflexión, el cual mediante procesos sistemáticos y estructurados permiten la generación de conocimiento en contexto, como un componente activo (Rodríguez, 2003) y un componente estadístico que soporta el análisis realizado. Con base en lo anterior, se planteó nutrirse con el bagaje teórico académico, conocer y reconocer el contexto y población de las comunidades cafeteras y a partir de allí se planteó y diseñó una propuesta metodológica de transferencia de tecnologías basadas en IoT, como aporte a la competitividad de la caficultura del Cauca. Para ello, se diagnosticó cuál ha sido el uso que los actores sociales objeto de investigación hacen de las TIC específicamente para la producción, procesamiento y comercialización del café que se produce en la región. Se diseñaron instrumentos adecuados para la recolección y análisis de datos, como encuestas y entrevistas. Adicionalmente, se tuvo en cuenta aspectos del trabajo ágil de gestión de proyectos SCRUM¹⁰ mediante el uso de ciclos cortos o sprints para identificar las principales variables técnicas y socioculturales que influyen en el proceso de implementación de la prueba piloto de la tecnología de IoT que se realizó en seis fincas

¹⁰ Metodología ideal para entornos cambiantes (Sinnaps, 2019)

caficultoras del municipio de Rosas, en el departamento del Cauca. La tecnología de IoT seleccionada para la prueba piloto fue “Agenda Cafereta” también conocida como “Coffee Agenda” disponible en la Play Store. Cabe resaltar que para la prueba piloto se gestionó con la empresa Buxtar SAS, quién es el proveedor de dicha tecnología y se logró acceder a seis licencias de uso en su versión premium.

6.2. Definición de Variables

Para realizar el diseño de una propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en IoT, aplicables al sector cafetero en el departamento del Cauca; se definieron las siguientes variables socioeconómicas de los caficultores: hogar, nivel educativo, ingresos y uso de tecnología.

6.2.1. Definición Conceptual

Hogar. Es la persona o grupo de personas, parientes o no, que ocupan la totalidad o parte de una vivienda; atienden necesidades básicas, con cargo a un presupuesto común y generalmente comparten las comidas (DANE, 2007).

Nivel educativo. Se refiere al grado de escolaridad más alto al cual ha llegado la persona de acuerdo con los niveles del sistema educativo formal: preescolar, básica en sus niveles de primaria, secundaria, media y superior (DANE, 2007).

Ingresos. Percepción de ingresos monetarios que recibe una persona mensualmente.

Uso de tecnología. Uso de dispositivos electrónicos, herramientas TIC’s, acceso y uso de internet por parte de la persona o grupo de personas que conforman el hogar.

6.2.2. *Definición Operacional*

De acuerdo a la metodología en la presente investigación la medición operacional de las variables seleccionadas fue realizada de la siguiente manera:

Hogar. Corresponde a la data recolectada sobre composición de hogar en la caracterización socioeconómica de las fincas caficultoras del Cauca, referente al número de hombres, número de mujeres y edades de ambos géneros.

Nivel educativo. Se mide de acuerdo al nivel más alto de educación alcanzado por cada uno de las personas que conforman el hogar de las familias en la caracterización socioeconómica de las fincas caficultoras del Cauca, considerando los siguientes niveles educativos: ninguno, primaria, secundaria, técnico, tecnólogo y otro.

Ingresos. Corresponde a la percepción del nivel de ingreso promedio mensual del hogar identificado en la caracterización socioeconómica de las fincas caficultoras del Cauca. Se categoriza en tres rangos: 1) familias caficultoras con ingresos inferiores a 1 SMLMV, 2) familias caficultoras con ingresos Entre 1 y 2 SMLMV, y 3) familias caficultoras con ingresos superiores a 2 SMLMV.

Uso de tecnología. Incluye el análisis de las variables acceso y uso de internet y teléfono móvil, precio de tarifas de internet, planes postpago y prepago de teléfono móvil, número de equipos de cómputo en el hogar, lugares donde accede a internet con más frecuencia, actividades que realiza en internet con más frecuencia y uso de TIC's especializadas para la producción de café.

6.3. Población y Muestra

Esta investigación utilizó un muestreo aleatorio de 267 caficultores con un intervalo de confianza del 90% y un margen de error del 10%, que corresponde a una muestra probabilística de 90.839 caficultores del departamento del Cauca. A partir de esta información se realizó una caracterización socioeconómica y análisis de brechas planteadas en la fase dos de la investigación. Posteriormente, en la fase tres se aplicó una prueba piloto de validación de transferencia de tecnología de IoT en una muestra de seis fincas caficultoras del Cauca de acuerdo a los criterios de selección requeridos según la presente investigación.

6.4. Selección de Métodos o Instrumentos para Recolección de Información

Los instrumentos más apropiados para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:

- ✓ Técnicas bibliométricas (Anexo B).
- ✓ Formato de encuesta (Anexo C).
- ✓ Entrevistas (Anexos D y F).
- ✓ Observación directa (Anexo E).
- ✓ Ciclos cortos de validación (Anexo G).

6.5. Procedimientos y Técnicas para la Aplicación de Instrumentos

En la fase 1 se realizó una revisión de la literatura en Latinoamérica para conocer los principales referentes en el tema de transferencia tecnológica en ámbitos agrícolas afines a esta investigación. En la revisión bibliográfica se utilizó técnicas bibliométricas para el análisis de la literatura en las siguientes bases de datos: SCOPUS y WOS (Anexo B).

En la fase 2 se realizó una caracterización socioeconómica y un análisis de brechas tecnológicas de los caficultores en el Cauca, donde se aplicó una encuesta aleatoria a 267 caficultores del Cauca (Anexo C). La encuesta fue aplicada presencialmente por un grupo de encuestadores referenciados por la Federación Campesina del Cauca, quienes también apoyaron el proceso de validación del instrumento con caficultores previamente al desarrollo del trabajo en campo.

Adicionalmente, se realizaron entrevistas a personal experto del Comité de Cafeteros del Cauca, el Parque Tecnológico del Café (Tecnicafé), el Centro de Innovación y Apropiación Social de la Caficultura Cicaficultura, AMUCC, la empresa de tecnología Buxtar S.A.S y el Clúster CreaTIC, para conocer el contexto tecnológico e infraestructura disponible para los caficultores en el departamento del Cauca (Anexo D).

En la fase 3 se diseñó la estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación a la caficultura del Cauca y se realizó la prueba piloto de validación. En esta fase se requiere utilizar los siguientes instrumentos:

- Observación directa para la identificación de aspectos comunes o repetitivos respecto al uso de TIC (Anexo E).
- Entrevistas a personal experto para identificar las buenas prácticas para la transferencia de tecnologías en el sector cafetero del Cauca (Anexo F).
- Ciclos cortos validación de la prueba piloto de transferencia de tecnología de IoT a Caficultores del Cauca (Anexo G).

7. Trabajo de campo

7.1. Análisis Bibliométrico: IoT en el Sector Cafetero en Colombia y Latinoamérica

7.1.1. Referentes en Latinoamérica Frente al uso de Tecnologías Basadas en IoT para la Agricultura

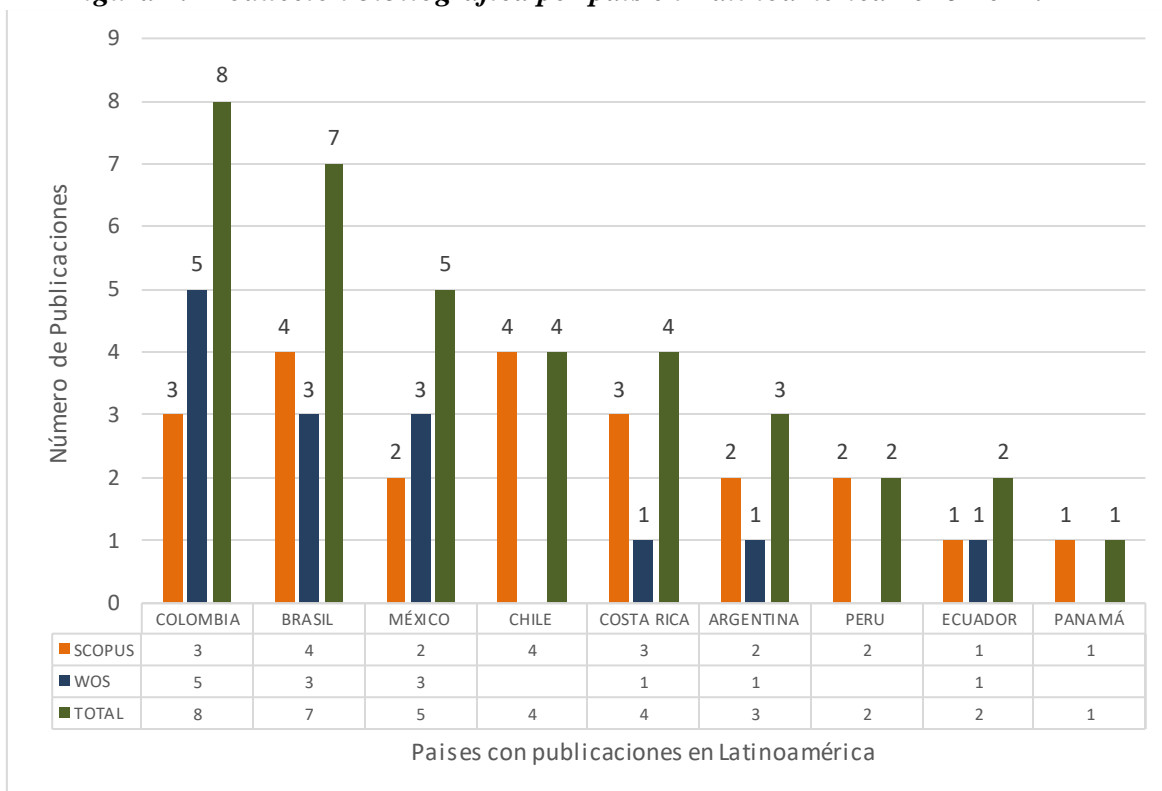
El bagaje teórico referente a las tecnologías de IoT en Latinoamérica aplicables a la caficultura se basa en análisis de investigaciones compiladas en las bases de datos SCOPUS y WoS; con la ecuación de búsqueda: “internet of things” and “agriculture” or “coffee” and “Latin America”. En SCOPUS la búsqueda arrojó como resultado un total de 191 documentos que fueron filtrados por país y año. Al respecto, se tuvo en cuenta solo publicaciones de los países latinoamericanos en el periodo 2016-2021¹¹ que se relacionan con la investigación, lo cual arrojó un total de 52 documentos que se revisaron manualmente para obtener 22 documentos que hacen referencia a los avances investigativos sobre la aplicabilidad de IoT en la agricultura en Latinoamérica relacionados en el anexo H.

Asimismo, la búsqueda en la base de datos WoS arroja como resultado un total de 203 documentos que fueron filtrados por país y año. Se tuvo en cuenta solo publicaciones de los países latinoamericanos en el periodo 2016-2021 que se relacionan con la investigación, totalizando 33 documentos que se revisaron manualmente para obtener 17 documentos que se relacionan en el anexo I.

¹¹ En análisis bibliométrico se realizó con fecha de corte a 31 de marzo de 2021.

En la figura 1 se muestra la producción bibliográfica por cada país en Latinoamérica¹² de acuerdo a la búsqueda realizada en las bases de datos WOS y SCOPUS. Los tres países con más publicaciones son Colombia (8), Brasil (7) y México (5).

Figura 1. Producción bibliográfica por país en Latinoamérica 2016-2021.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en Colombia se encontraron ocho investigaciones en los siguientes temas: en el año 2020 se realizaron investigaciones sobre el análisis de datos para la producción agrícola (López, Grass, Figueroa & Corrales, 2020), la adecuada recopilación de datos y tratamiento de valores atípicos en la agricultura inteligente aplicada a cultivos de café (Montoya & Rendón, 2020), la aplicación de

¹² Se exceptúan tres publicaciones que corresponden a colaboraciones investigativas entre varios países de Latinoamérica y se relacionan al final la sección.

modelos predictivos y el análisis de datos en el cultivo de papa (López, Martínez, Ferro, Hernández & Secades, 2020), el uso de sistemas de riego inteligentes aplicados al cultivo de hortalizas (Jiménez, A., Cárdenas, Jiménez, F., Ruiz & López, 2020).

En el año 2019 se realizaron investigaciones en los sistemas de medición de PH para la agricultura de alta precisión (Archbold, Beltran, Ruiz, Narducci, Mendez, Trujillo & Mouazen, 2019), la aplicación de IoT en la agricultura (Tovar, Solórzano, Badillo & Rodríguez, 2019), el uso de datos agro-meteorológicos para la gestión de riego en los cultivos (Cama, Damas, Holgado, Gómez & Cama, 2019), y en el año 2017 se investigó sobre las tendencias en la aplicación de IoT en entornos agroindustriales y medioambientales (Talavera, Tobón, Gómez, Culman, Aranda, Parra, Quiroz, Hoyos & Garreta, 2017).

Por su parte, en Brasil los principales avances en la aplicación del IoT en la agricultura se encontraron en siete investigaciones, en el año 2020 se relacionan con: la sistemas de monitoreo de parámetros ambientales en granjas avícolas (Pereira, Fonseca, Putti, Góes & Naves, 2020), la identificación de los desafíos que enfrentan las cadenas de suministro en la implementación de las nuevas tecnologías a nivel técnico, ambiental, cultural, social y económico (de Campos M, Simon & de Campos, 2020), la implementación de sistemas de riego inteligentes para la producción de arroz (Saez & Ferraz, 2020), la utilización de sensores de bajo costo para el monitoreo de cultivos de algas (Barbosa, Soares & Martins, 2020), el uso de modelos predictivos para la gestión de cultivos y el monitoreo de humedad.

En el año 2019 las investigaciones en Brasil se enfocaron en: la temperatura de suelo (Dos Santos, Pessin, Da Costa & Da Rosa Righi, 2019), la apropiada implementación de

IoT en el entorno agrícola (de Souza, Villarim & Baiocchi, 2019), y el uso de datos meteorológicos para gestionar los sistemas de riego en los cultivos de palma de aceite (Culman, de Farias, Bayona & Cabrera, 2019).

En México se encontraron cinco investigaciones, en el año 2020 se investigó sobre: la predicción de heladas y sistemas de riego inteligentes para cultivos en invernaderos (Castañeda & Castaño, 2020), la aplicación de nuevas tecnologías para una agricultura inteligente en invernaderos (Escamilla, Soto, Toledano, Rivas & Gastélum, 2020). En el año 2019 se trabajó en: la predicción de las condiciones climatológicas en ambientes remotos (Ponce & Gutiérrez, 2019), las mejores prácticas para reducir la huella hídrica en campos agrícolas (Larios, Michaelson, Virtanen, Talola, Maciel & Beltran, 2019), y la aplicación de IoT para el desarrollo de agricultura de precisión en sistemas hidropónicos (Evelyn, Montiel, Chadwick & Menchaca, 2019).

En Costa Rica se encontraron cuatro investigaciones, en los años 2019 y 2017 se abordó la aplicación de IoT para la producción de hortalizas en invernadero (Carrasquilla & Chacón, 2019 y 2017) y la implementación de IoT en beneficio del carbono natural (Carrasquilla, Chacon, Solorzano & Guerrero, 2017). En el año 2016 se investigó sobre el uso de modelos de regresión simple y múltiple para la predicción de cultivos de microalgas (Carrasquilla, Chacón, Núñez, Gómez, Valverde & Guerrero, 2016).

En Chile se encontraron cuatro investigaciones, donde en el año 2020 se ha trabajado en: sistemas de seguimiento automático aplicados a la ganadería (Munoz, Huircan, Huenupan & Cachana, 2020) y el impacto del IoT en los agronegocios (Grimblatt, 2020). En el año 2019 se investigó sobre los retos tecnológicos de la seguridad alimentaria en

América Latina (Espinosa, Feregrino & Isla, 2019), y en el año 2018 se trabajó el uso del IoT para la producción de vino (Cravero, Lagos & Espinosa, 2018).

En Perú, Argentina y Ecuador se encontraron dos investigaciones en cada país. En Perú se aborda el campo de los sensores aplicados a recursos hídricos (Zarzosa, Auccapuri & Paco, 2020) y los sistemas de IoT automatizados para huertos caseros (Choque, Linares, Alcorta, Alva & Prado, 2019) en los años 2020 y 2019 respectivamente.

En Argentina en el año 2019 se trabajó en la predicción del clima para la gestión de los cultivos (Pacini, Iacono, Mateos & García Garino, 2019), y los obstáculos para la innovación en la agricultura de precisión en los cultivos de cereales y oleaginosas (Lachman & López, 2019).

En Ecuador en el año 2020 se investigó sobre un modelo conceptual para la implementación de IoT en el sector agrícola (Martinez, Espinoza, Vazquez & Rios, 2020), y en año 2018 se trabajó sobre la implementación de un sistema de riego inteligente para el cultivo de banano (Mazon, Hernández, Maza & Pan, 2018). En Panamá se encontró una publicación, en el año 2019 se realizó un análisis sobre las potencialidades tecnológicas de una agricultura inteligente (Collado, Fossatti, & Saez, 2019).

Adicionalmente, se han realizado colaboraciones investigativas entre diferentes países Latinoamericanos donde se ha trabajado en la aplicación de IoT en la agricultura inteligente (Santana, Andrade, Delicato, F.C. et al., 2020), la detección y monitoreo automático de plagas para la gestión de los cultivos (Cardim, Damascena, Valero, Pereira & Gonçalves, 2020), y la interpretación de datos satelitales para el análisis del uso de la tierra (Aide, Grau, Graesser, et al, 2019).

7.1.2. Beneficios y Potencialidades del IoT Aplicado a la Caficultura

Son múltiples los campos de aplicación del IoT en la agricultura, tal como se expone en el numeral anterior el IoT es una tecnología que se relaciona estrechamente con los conceptos de agricultura inteligente y agricultura de precisión, lo cual trae muchos beneficios a los procesos de agregación de valor a la producción de cultivos agrícolas, toda vez, se pueden optimizar diferentes frentes del proceso productivo como por ejemplo las técnicas de producción y el uso de los recursos. En la tabla 1 se presentan las principales aplicaciones y beneficios del IoT para la caficultura de acuerdo a los hallazgos encontrados en la agricultura de Latinoamérica.

Tabla 1. IoT para la caficultura

APLICACIONES	BENEFICIO
Análisis de datos	Big data aplicado a la gestión de fincas cafeteras en producción y comercialización.
Modelos predictivos	Análisis de datos en tiempo real sobre variables propias del cultivo y variables meteorológicas que ayudan a optimizar la gestión de los cafetales.
Sistemas de monitoreo	Control específico de variables claves a través de sensores, cámaras e imágenes satelitales que pueden ayudar a recolectar información importante sobre temperatura, humedad, luminosidad, plagas, entre otras.
Automatización	Optimización de procesos que combina el uso de sensores, inteligencia artificial, redes inalámbricas y computación en la nube.

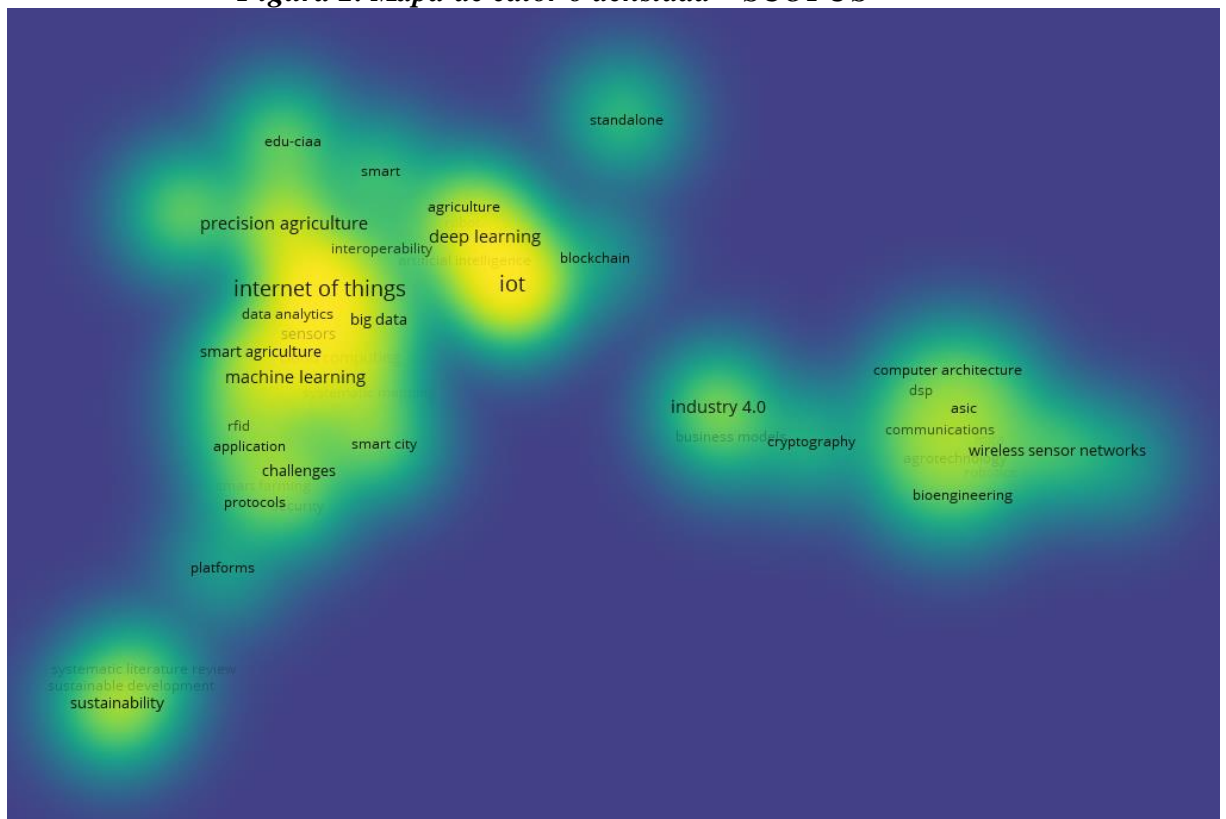
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las figuras 2 y 3 que corresponden a los mapas de calor o densidad elaborados a partir de la bibliografía obtenida de las bases de datos SCOPUS y WoS. Estos mapas de calor nos indican el grado de asociación de las palabras clave seleccionadas en la investigación en cada una de las muestras bibliográficas, lo cual permite asociar las líneas de aplicación con mayor potencial del IoT en la agricultura. Al

respecto, se corrobora que el concepto de agricultura inteligente está muy ligado a la implantación de IoT en la agricultura y se relaciona con el uso complementario de tecnologías como el big data, machine learning, inteligencia artificial y blockchain; tecnologías identificadas como beneficiosas para el desarrollo de una caficultura inteligente.

En la figura 2 se muestra el mapa de calor elaborado con la herramienta VoSViewer versión 1.16.16 a partir de la base de datos exportada de SCOPUS.

Figura 2. Mapa de calor o densidad – SCOPUS



Fuente: Elaboración propia a partir herramienta VoSViewer y base de datos exportada de SCOPUS.

gobierno, academia, cooperativas, torrefactores, exportadores y consumidores

(Universidad Politécnica de Madrid, 2020).

Para efectos de la presente investigación nos centraremos en la identificación de los actores que se consideran relevantes para el desarrollo de una estrategia de transferencia tecnológica con aplicación a la caficultura del Cauca, a saber, los productores, instituciones cafeteras, academia, cooperativas y exportadores.

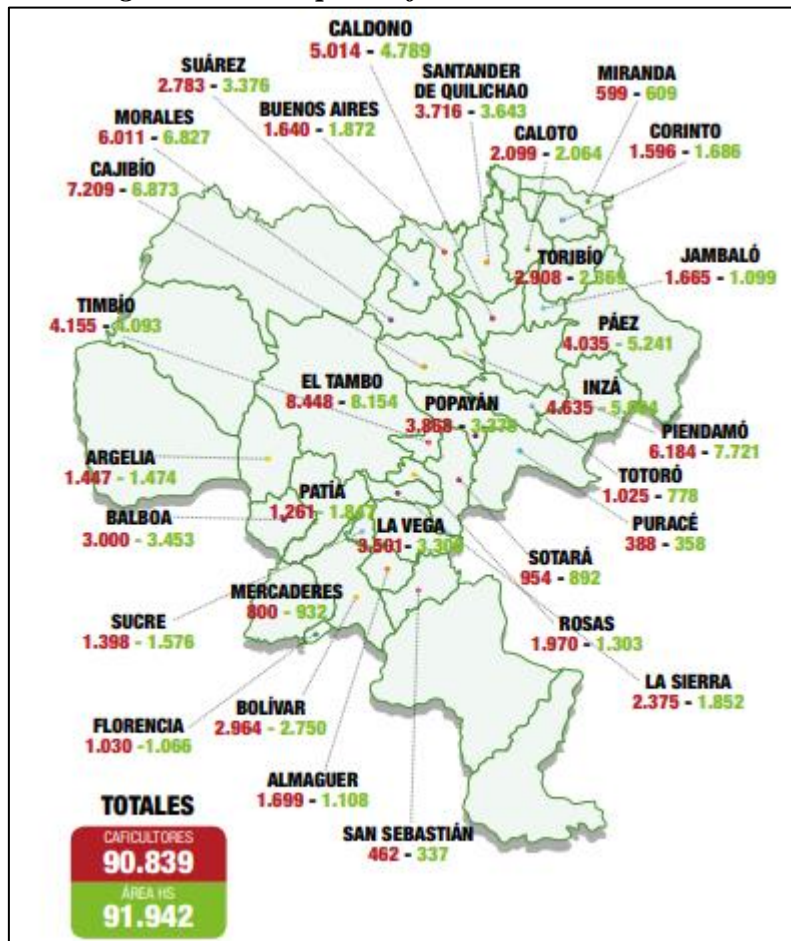
7.2.1. Productores o Caficultores

Los productores o caficultores en el departamento del Cauca se encuentran localizados en 32 municipios: Almaguer, Argelia, Balboa, Bolívar, Buenos Aires, Cajibío, Caldon, Caloto, Corinto, El Tambo, Florencia, Inzá, Jambaló, La Sierra, La Vega, Mercaderes, Miranda, Morales, Páez, Patía, Piendamó, Popayán, Puracé, Rosas, San Sebastián, Santander, Sotará, Suarez, Sucre, Timbio, Toribio y Totoró. (Comité de Cafeteros del Cauca, 2020).

Al respecto, es importante señalar que todo proceso de transferencia de tecnologías al sector cafetero del Cauca requiere del conocimiento previo de las características geográficas, económicas, socioculturales, infraestructura física y tecnológica y situación de orden público; ya que son factores que determinan la forma en que se desarrollará la transferencia tecnológica.

Según la figura 4 el departamento del Cauca cuenta con 90.839 caficultores con una extensión de área cultivada de café de 91.942 hectáreas en el año 2020.

Figura 4. Municipios caficultores del Cauca.



Fuente: FNC, 2020.

Según la tabla 2, en el Cauca la caficultura es desarrollada principalmente por pequeños caficultores (94,7%), es decir, que tienen cafetales menores a 5 hectáreas. Los medianos caficultores representan el 3,1% con cafetales entre 5 y 10 hectáreas y los grandes caficultores representan el 2,2% con cafetales mayores a 10 hectáreas.

Tabla 2. Tipo de caficultura.

TIPO CAFICULTOR	RANGO CAFETAL	CAFICULTORES	%	ÁREA CAFÉ	%
GRANDE	Mayor 10 Ha	95	0,1	2.033	2,2
MEDIANOS	5 a 10 Ha	44.4	0,5	2.812	3,1
PEQUEÑOS	Menos 5 Ha	90.300	99,4	87.096	94,7
TOTAL GENERAL		90.839	100	91.942	100

Fuente: FNC, 2020.

La tabla 3 muestra los cinco municipios con mayor producción de café por arrobas en el año 2020 fueron: Piendamó (1.000.000 de arrobas, 12.500.000 kilos de café, valorada en \$100.000 millones de pesos), Morales (840.000 de arrobas, 10.500.000 kilos de café, valorada en \$84.000 millones de pesos), El Tambo (820.000 de arrobas, 10.250.000 kilos de café, valorada en \$82.000 millones de pesos), Cajibío (660.000 de arrobas, 8.250.000 kilos de café, valorada en \$66.000 millones de pesos) y Caldono (640.000 de arrobas, 8.000.000 kilo de café, valorada en \$64.000 millones de pesos).

Tabla 3. Estructura de la Caficultura en el Cauca.

MUNICIPIO	CAFICULTORES	FINCAS	ÁREA	DENSIDAD	RESISTENTES	ENVEJECIDAS	PRODUCCIÓN EN ARROBAS	PRODUCCIÓN EN KILOS	EMPLEOS GENERADOS	VALOR COSECHA EN MILLONES
ALMAGUER	1.699	2.379	1.109	5.438	89	18	110.000	1.375.000	776	11.000
ARGELIA	1.447	1.717	1.475	4.995	83	13	150.000	1.875.000	1.032	15.000
BALBOA	3.000	3.723	3.453	4.933	91	16	410.000	5.125.000	2.417	41.000
BOLÍVAR	2.964	4.492	2.750	5.309	88	14	270.000	3.375.000	1.925	27.000
BUENOS AIRES	1.640	1.906	1.872	5.232	84	29	180.000	2.250.000	1.311	18.000
CAJIBÍO	7.209	8.878	6.873	5.230	79	21	660.000	8.250.000	4.811	66.000
CALDONO	5.014	5.823	4.789	5.286	96	8	640.000	8.000.000	3.353	64.000
CALOTO	2.099	2.634	2.065	5.290	84	22	200.000	2.500.000	1.445	20.000
CORINTO	1.596	1.799	1.686	4.921	91	23	170.000	2.125.000	1.180	17.000
EL TAMBO	8.448	10.693	8.155	5.001	88	15	820.000	10.250.000	5.708	82.000
FLORENCIA	1.030	1.434	1.067	5.401	84	23	130.000	1.625.000	747	13.000
INZÁ	4.635	5.943	5.095	5.159	67	21	570.000	7.125.000	3.566	57.000
JAMBALÓ	1.665	1.876	1.100	5.662	89	16	110.000	1.375.000	770	11.000
LA SIERRA	2.375	3.363	1.852	5.173	92	14	230.000	2.875.000	1.297	23.000
LA VEGA	3.501	5.170	3.309	5.286	92	13	330.000	4.125.000	2.316	33.000
MERCADERES	800	1.031	933	4.981	87	14	90.000	1.125.000	653	9.000
MIRANDA	599	650	610	4.931	94	10	70.000	875.000	427	7.000
MORALES	6.011	7.278	6.827	5.346	83	19	840.000	10.500.000	4.779	84.000
PÁEZ	4.035	4.584	5.242	5.276	74	12	630.000	7.875.000	3.669	63.000
PATÍA	1.261	1.630	1.848	5.094	86	23	180.000	2.250.000	1.293	18.000
PIENDAMÓ	6.184	7.719	7.721	5.276	92	11	1.000.000	12.500.000	5.405	100.000
POPAYÁN	3.868	4.502	3.379	5.145	77	24	380.000	4.750.000	2.366	38.000
PURACÉ	388	422	359	4.647	73	26	40.000	500.000	251	4.000
ROSAS	1.970	2.585	1.304	5.272	95	12	170.000	2.125.000	913	17.000
S SEBASTIÁN	462	520	338	6.042	91	9	40.000	500.000	237	4.000
SANTANDER	3.716	4.570	3.644	5.212	85	25	420.000	5.250.000	2.551	42.000
SOTARÁ	954	1.149	893	4.928	87	19	110.000	1.375.000	625	11.000
SUÁREZ	2.783	3.314	3.376	5.344	93	17	440.000	5.500.000	2.363	44.000
SUCRE	1.398	1.945	1.576	5.171	96	11	200.000	2.500.000	1.103	20.000
TIMBÍO	4.155	4.979	4.094	5.189	93	11	540.000	6.750.000	2.866	54.000
TORIBÍO	2.908	3.574	2.370	5.235	78	22	190.000	2.375.000	1.659	19.000
TOTORÓ	1.025	1.231	779	4.983	86	22	130.000	1.625.000	545	13.000

Fuente: FNC, 2020. Basado en información del Sistema de información cafetera (SICA)

Respecto al número de caficultores los cinco municipios con mayor número de caficultores en el año 2020 son: El Tambo (8.448 caficultores), Cajibío (7.209), Piendamó (6.184), Morales (6.011) y Caldono (5.014). Frente al número de fincas cafeteras los 5 municipios que tienen el mayor número son: El Tambo (10.693 fincas, 8.155 hectáreas de café), Cajibío (8.878 finca, 6.873 hectáreas de café), Piendamó (7.719 fincas, 7.721 hectáreas de café), Morales (7.278 fincas, 6.827 hectáreas de café) y Inzá (5.943 fincas, 5.095 hectáreas de café).

7.2.2. Instituciones Cafeteras

El departamento del Cauca cuenta con una fuerte presencia institucional que trabaja en pro del fortalecimiento de la caficultura, por lo que establecer contacto con instituciones relevantes del cafetero del Cauca puede facilitar la inserción de tecnología en las cadenas de agregación de valor del café objetivo del proceso de transferencia. En los últimos años cinco años el Parque Tecnológico del Café -Tecnicafé- ha venido apoyando el desarrollo de TIC's para la caficultura Caucana y es un aliado clave para la implementación de una estrategia de transferencia tecnológica. En la tabla 4 se identifican las instituciones más relevantes para el desarrollo de estrategias de transferencia tecnológica en el departamento del Cauca.

Tabla 4. Instituciones y/u organizaciones cafeteras en el Cauca

NOMBRE	UBICACIÓN
Comité de Cafeteros del Cauca	Popayán
Parque Tecnológico del Café -Tecnicafé-	Cajibío
Centro de Innovación y Apropiación Social de la Caficultura -Cicaficultura-	Popayán
Federación Campesina del Cauca -FCC-	Popayán

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5 corresponde aquellas instituciones que han venido trabajando en la agregación de valor de la caficultura pero que se dedican a diferentes ejes temáticos. Se destaca el trabajo realizado por el Cluster CreaTIC e Innovación Cauca, quienes han apoyado el desarrollo de tecnología especializada para la producción de café.

Tabla 5. Otras Instituciones.

NOMBRE	UBICACIÓN
Clúster CreaTIC	Popayán
Innovación Cauca	Popayán
Cámara del Comercio Cauca -CCC-	Popayán
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA-	Popayán
Alcaldía de Popayán	Popayán
Gobernación del Cauca	Popayán

Fuente: Elaboración propia.

7.2.3. Academia

La tabla 6 muestra las universidades en el departamento del Cauca con quienes se puede desarrollar un trabajo articulado en los procesos de transferencia de tecnología al sector cafetero, a través de los grupos de investigación y la formulación de proyectos de orden local, regional y nacional.

Tabla 6. Instituciones de educación superior del Cauca.

NOMBRE	UBICACIÓN
Universidad del Cauca -Unicauca-	Popayán
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca -Uniautónoma-	Popayán
Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca	Popayán
Fundación Universitaria de Popayán -FUP-	Popayán
Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca-	Popayán
Universidad Cooperativa de Colombia -UCC-	Popayán
Universidad Autónoma Indígenas Intercultural -UAIIN-CRIC-	Popayán

Fuente: Elaboración propia.

7.2.4. Cooperativas y Asociaciones

La tabla 7 muestra las organizaciones de caficultores que existen en el departamento del Cauca. Los procesos de transferencia tecnológica en el Cauca requieren de cooperativas y asociaciones cuyo nivel de organización esté bien estructurado, con liderazgos reconocidos por los asociados (caficultores), con visión sobre de largo plazo y prospección de agregación de valor a la caficultura a través del uso y apropiación de TIC's.

Tabla 7. Cooperativas y Asociaciones de café en el Cauca.

NOMBRE	UBICACIÓN
Asociación Colombiana de Pequeños Caficultores S.A.S.	Popayán
Asociación de Productores de Alimentos de La Vega	La Vega
Asociación Campesina de Caldono Cauca	Caldono
Asociación de Pequeños Agricultores Campesinos	Cajibío
Asociación de Productores Agrícolas de La Vereda De San Andrés	La Sierra
Asociación de Agroproductores Cafeteros del Municipio de Balboa Cauca -en liquidación-	Balboa
Asociación del Adulto Mayor la Amistad Corregimiento del Carmelo - Cajibío	Cajibío
Asociación de Cafeteros de Uribe	El Tambo
Asociación de Caficultores del Siglo XXI Vereda La Palomera Municipio de Caloto Departamento del Cauca	Caloto
Asociación Sistemas Cafeteros Sostenibles	Páez
Asociación de Productores Agroecológicos Transformadores y Comercializadores de Productos Agropecuarios con Énfasis En Café Especial del Municipio de El Tambo	El Tambo
Asociación Amigos Paz Y Comunidad	Balboa
Asociación de Mujeres Ahorradoras Cafeteras de Morales Cauca -AMAC-	Morales
Asociación Mujeres Cafeteras de Balboa	Balboa
Asociación de Mujeres La Amistad	El Tambo
Asociación de Mujeres Productoras Agropecuarias de Uribe El Tambo	El Tambo
Asociación de Productores de Café Especial Grano de Oro	Miranda
Asociación de Caficultores La Siberia	Corinto
Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca	Popayán
La Asociación de Productores y Comercializadores Agropecuarios de Monterredondo	El Tambo
Sociedad Indígena de Caficultores Especiales Ecológicos de Toribío -SICEET-	Toribio
Asociación Café Aroma de Montaña de Miranda Cauca -AROMO-	Miranda
Asociación de Caficultores y Productores de Café El Muchacho -ASPROCOPAM-	Caloto
Cooperativa Multiactiva Café-Bio	Cajibío
Asociación de Transformadores y Comercializadores de Cafés Especiales de Argelia Cauca -ARGCAFEE-	Argelia
Asociación de Productores de Café del Oriente Cauca -ASORCAFE-	Inzá

Fuente: Elaboración propia con información de base de datos CCC¹³, 2021; y fuentes externas.

¹³ Cámara de Comercio del Cauca (CCC)

7.2.5. Exportadoras de Café en el Cauca

La tabla 8 muestra las empresas u organizaciones dedicadas a la exportación de café en el Cauca, quienes son un eslabón de la cadena de valor del café muy importante en el proceso de transferencia de tecnología al sector cafetero y cuentan con el respaldo financiero para costear la transferencia de tecnología a largo plazo. Además, el cumplimiento de estándares internacionales de calidad y sostenibilidad ambiental se puede trabajar a través de la trazabilidad que brinda el uso de TIC's especializadas por parte de la cadena de valor de la caficultura en el Cauca. En este punto, es importante resaltar que se debe tener clara una política de tratamiento de datos personales ya que las cadenas de valor generalmente están conformadas por cientos o miles de caficultores y es de vital relevancia que todos los actores involucrados en el proceso de transferencia de tecnología estén alineados frente a forma en que cada una de las partes involucradas hace uso y reserva de la información.

Tabla 8. Principales exportadoras de café del Cauca

NOMBRE	UBICACIÓN
Cooperativa de Caficultores del Cauca -CAFICAUCA-	Popayán
ASCAFE	Popayán
Carcafé Ltda.	Popayán
Cooperativa de Caficultores del Norte del Cauca -CAFINORTE-	Santander de Quilichao
Expocosurca S.A. C.I	Timbio
Innprocafé S.A.S	Cajibío
La Venta Coffee S.A.S. Zomac	Cajibío
Asociación de Cabildos Indígenas Juan Tama	Inzá
Cooperativa Multiétnica y Pluricultural de Pequeños Caficultores del Cauca - COMEPCAFE	Piendamó
Innovación y Desarrollo Tecnológico Para el Agro S.A.S. -ZOMAC-	Piendamó
Central Cooperativa Indígena del Cauca	Popayán
C.I. Inversiones Percol E.U.	Popayán
Assist Agriculture S.A.S.	Popayán
Asociación de Productores Orgánicos Nuevo Futuro	Popayán
Emfapro S.A.S	Popayán
Wikilok S.A.S	Popayán
Jose Sidney Chamorro Gomez S.A.S.	Popayán
Diego Javier Mera	Popayán

Fuente: Elaboración propia con base en datos externos y base de datos exportadores café verde 2019.

7.3. Caracterización socioeconómica de las fincas cafeteras en el Cauca

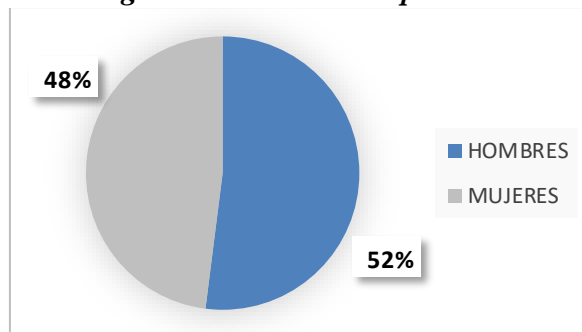
El diseño de la estrategia de transferencia de tecnologías basadas en IoT aplicable a la caficultura del Cauca requirió de un levantamiento de línea base de fincas caficultoras a través de una encuesta aplicada a 267 caficultores del Cauca seleccionados aleatoriamente en 7 municipios del Cauca: El Tambo (25,47%), Cajibío (22,85%), Balboa (20,60%), Rosas (14,23%), Timbio (8,24%), Popayán (8,24%) y La Sierra (0,37%).

El propósito de la encuesta (Anexo C) fue identificar las características más relevantes a nivel socioeconómico, cultural y tecnológico, que inciden en el diseño de la estrategia. Los hallazgos más relevantes fueron los siguientes:

7.3.1. Composición de hogar

Según la figura 5 en las fincas caficultoras hay una ligera predominancia masculina con 52% de hombres y un 48% de mujeres. En promedio los hogares están compuestos por aproximadamente 4 personas, 2 hombres y 2 mujeres (promedio por hogar de 3,64 personas, 1,89 hombres y 1,74 mujeres). El hogar más pequeño está compuesto por 1 persona y el hogar más grande está compuesto por 9 personas, lo más común es encontrar hogares conformados entre 2 y 5 personas (82,4% de los encuestados).

Figura 5. Distribución por sexo

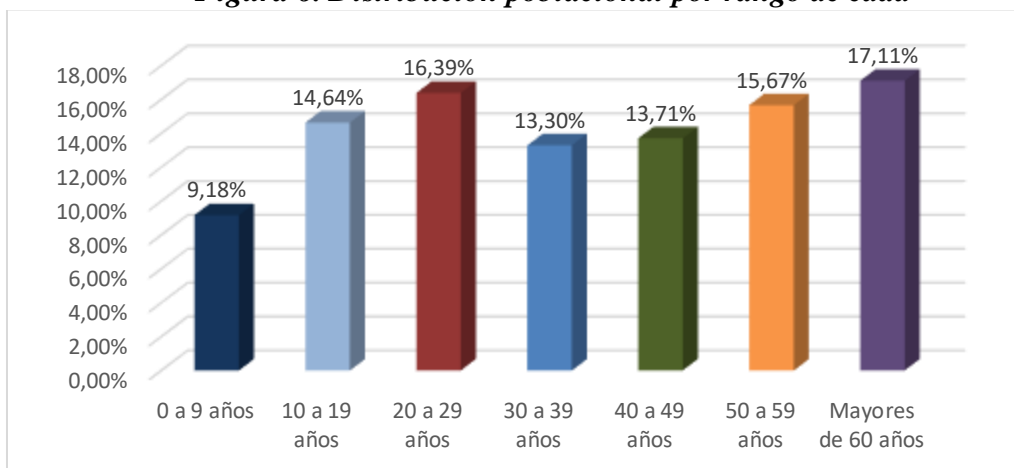


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la encuesta a fincas caficultoras (EFC)

En lo referente a edad de las familias caficultoras, la figura 6 muestra que el 46% de la población es mayor de 40 años. Es importante destacar que las personas mayores de 40 años son reconocidas por lo general como los jefes de hogar en las familias y la tendencia nos permite evidenciar que las fincas caficultoras cuentan con personas mayores de 40 años como jefes de hogar lo cual incide en los hábitos de acceso y uso de la tecnología que se analizarán más adelante.

Así mismo, es importante destacar que la población entre las edades de 10 a 39 años corresponde al 44,3% de la población, lo que marca un gran potencial de uso de tecnologías frente a una posible estrategia de transferencia tecnológica enfocada a este grupo poblacional.

Figura 6. Distribución poblacional por rango de edad



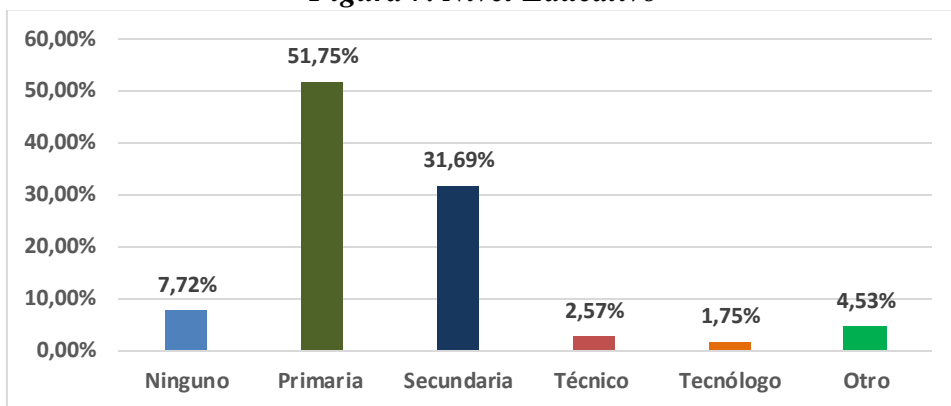
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

7.3.2. Educación y empleo

De acuerdo a la figura 7 el mayor porcentaje de la población que conforma las familias caficultoras en el Cauca tienen un nivel educativo correspondiente a estudios primarios (51,75%), le siguen la población con estudios secundarios (31,69%) y la población que no ha realizado ningún estudio (7,72%). Este bajo nivel de escolaridad se ve reflejado en el

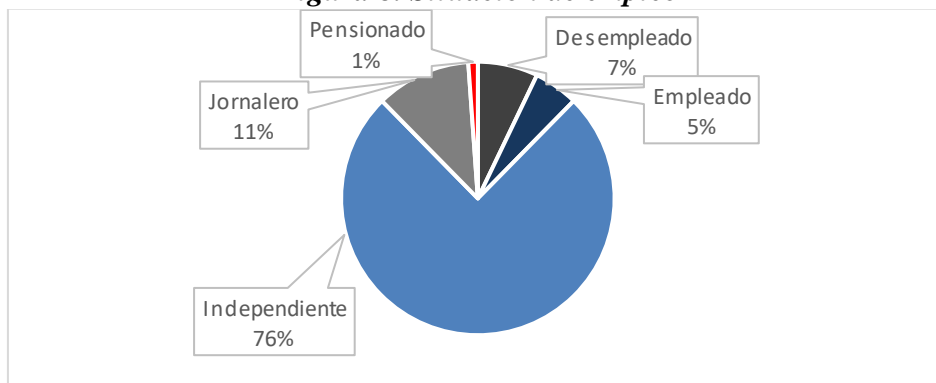
nivel de ingresos de los caficultores y determina las prácticas laborales que se desempeñan al interior de las familias caficultoras donde el 76% de la población desarrolla actividades laborales como independientes principalmente en el sector de la agricultura (Ver Figura 8). Adicionalmente, se resalta que solo el 11% de la población realiza actividades de jornalero para otras fincas y el 7% de la población se encuentra desempleada.

Figura 7. Nivel Educativo



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC.

Figura 8. Situación de empleo

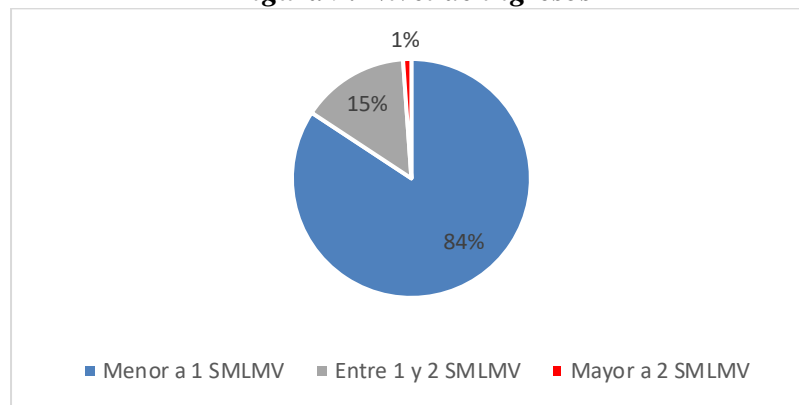


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

La figura 9 indica que el 84% de los hogares tiene un nivel de ingreso mensual menor a 1 salario mínimo mensual legal vigente, el 15% de los hogares tiene un nivel de ingresos entre 1 y 2 salarios mínimo mensual legal vigente y solo el 1% de los hogares tiene ingresos mayores a 2 salarios mínimo mensual legal vigente. En promedio

aproximadamente 2 personas trabajan por cada hogar, con una dependencia económica de 2 personas respecto al jefe de hogar (el promedio de personas que trabajan en el hogar es de 2,12 personas y la dependencia económica es de 2,48 personas).

Figura 9. Nivel de ingresos

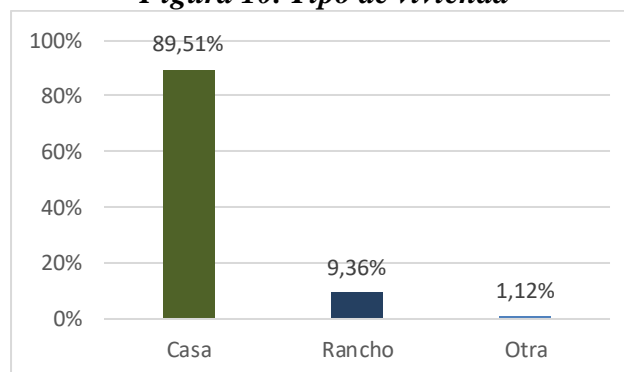


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

7.3.3. Vivienda y servicios públicos

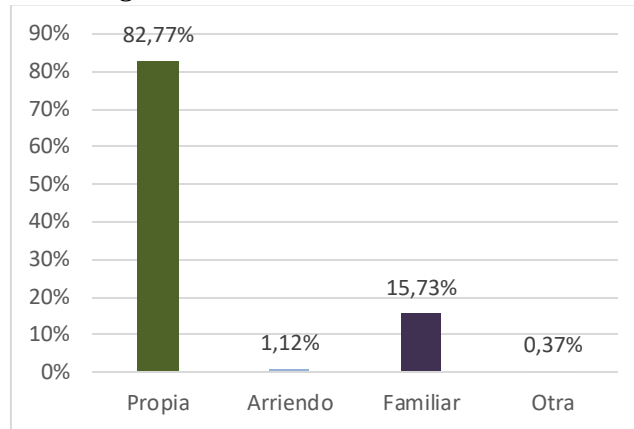
Según la figura 10 en las fincas caficultoras predomina la vivienda tipo casa con un 89,51%, seguida de la vivienda tipo rancho con un 9,36%. Asimismo, la figura muestra que un 82,77% de las viviendas son propias, un 15,73% de las viviendas son familiares y solo un 1,12% de las viviendas tienen la modalidad de arriendo.

Figura 10. Tipo de vivienda



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

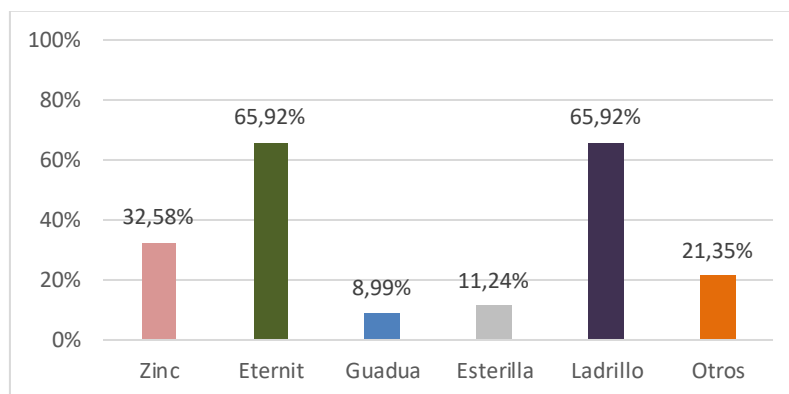
Figura 11. Modalidad de la vivienda



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

La figura 12 muestra que el 65,92% de las viviendas están construidas en ladrillo y eternit, el 32,58% de las viviendas tiene techo de zinc y el 21,35% de las viviendas están construidas en otros materiales como adobe. Este tipo de materiales de construcción son muy comunes en el área rural de Colombia y corresponden a los materiales que normalmente se encuentran en las viviendas de los caficultores en el Cauca.

Figura 12. Materiales de construcción de la vivienda

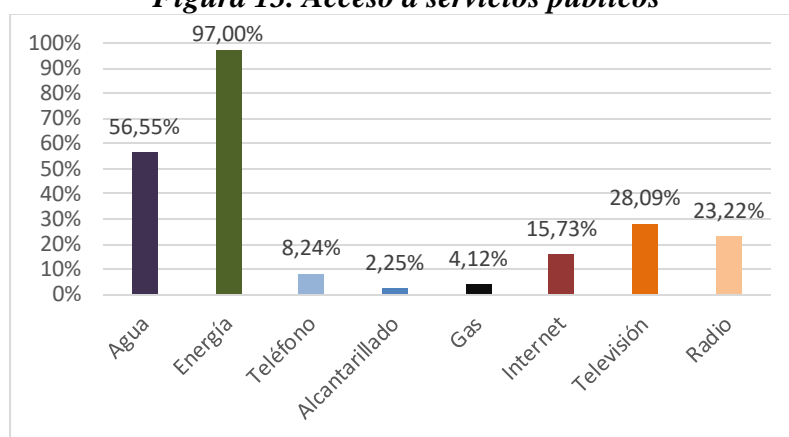


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC.

De acuerdo a la figura 13 los servicios públicos de mayor acceso son la energía con 97% y el agua con 56,55%. Se resalta el acceso al agua a través de fuentes propias, razón por la cual este porcentaje es bajo pese a ser un recurso vital. Adicionalmente, se observa

un bajo acceso a los servicios de alcantarillado con 2,25% y gas domiciliario con 4,12%. Otros servicios relevantes son el acceso a televisión con 28,09%, radio con 23,22% e internet con 15,73%; lo cual son cifras importantes ya que permiten establecer puntos de partida para el diseño de lineamientos de cara a la construcción de estrategias de comunicación apropiadas con los caficultores del Cauca.

Figura 13. Acceso a servicios públicos



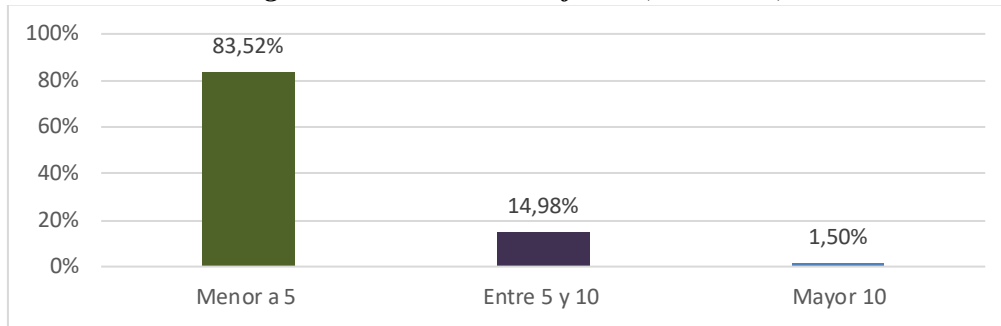
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

7.3.4. Características de la Finca

La figura 14 muestra que el 83,52% de las fincas cafeteras tiene una extensión menor a 5 hectáreas, el 14,98% tiene una extensión entre 5 y 10 hectáreas y solo un 1,50% tiene una extensión mayor a 10 hectáreas. Respecto al área cultivada de café, el 98,98% de la muestra corresponde a fincas con áreas cultivadas de café menor a 5 hectáreas y el 1,12% con áreas cultivadas de café entre 5 y 10 hectáreas. El no lograr contactar fincas con áreas cultivadas de café mayores a 10 hectáreas, demuestra que en el Cauca la caficultura está conformada principalmente por pequeños caficultores¹⁴.

¹⁴ Según el Comité de cafeteros del Cauca en su informe de gestión del 2020 el departamento del Cauca los pequeños caficultores con áreas de café cultivadas menor a 5 hectáreas corresponden a un 94,7% del total de caficultores.

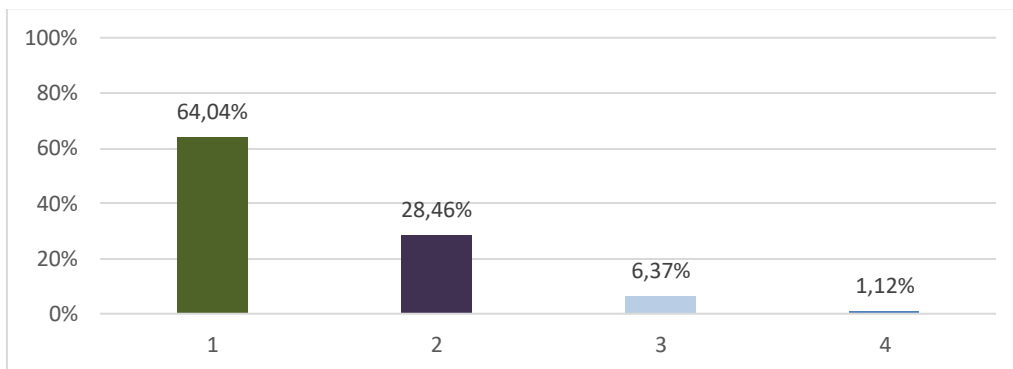
Figura 14. Extensión de finca (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

Según la figura 15 el 64,04% de las fincas cafeteras cultiva 1 variedad de café, el 28,46% de las fincas cultivan 2 variedades de café y el 6,37% de las fincas cultivan 3 variedades de café. Las variedades de café más cultivadas en el departamento del Cauca son Caturra, Castillo y Colombia. Es importante señalar que hay una baja propensión por el cultivo de cafés de especialidad lo cual afecta directamente los ingresos de los caficultores puesto que sus cosechas son comercializadas como commodities.

Figura 15. Variedades cultivadas de café



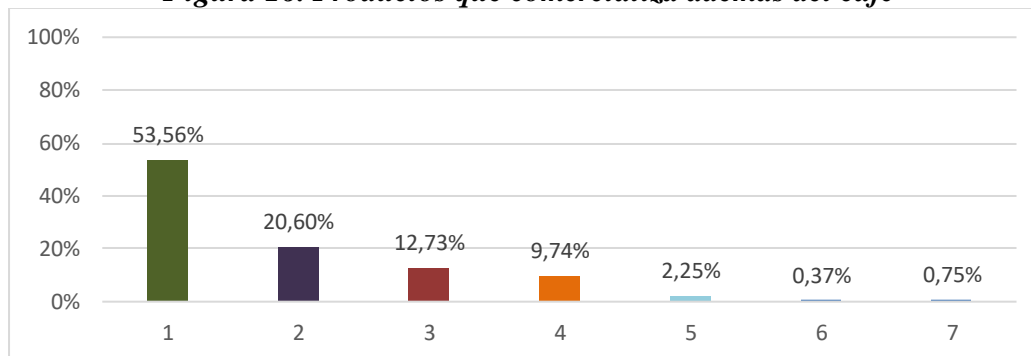
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

La figura 16 muestra el número de productos que se producen en las fincas caficultoras principalmente con fines comerciales y de autoconsumo. El 53,56% de las fincas comercializa un producto además del café, el 20,6% de las fincas comercializa 2 productos

además del café y el 12,73% de las fincas comercializa 3 productos además del café. Los productos más comercializados en las fincas caficultoras además del café son: aguacate, plátano, maíz y caña; según las condiciones climatológicas de cada zona.

Estas cifras muestran una alta dependencia a la producción de café que está regulado por los precios de la bolsa de valores, que a su vez es muy susceptible a variaciones en la tasa de cambio e incide directamente en los ingresos de los caficultores. Por este motivo, es importante fortalecer los procesos de agregación de valor en las fincas cafeteras del Cauca, al mismo tiempo que se apoye la diversidad económica y seguridad alimentaria de acuerdo a las condiciones particulares de cada caficultor.

Figura 16. Productos que comercializa además del café

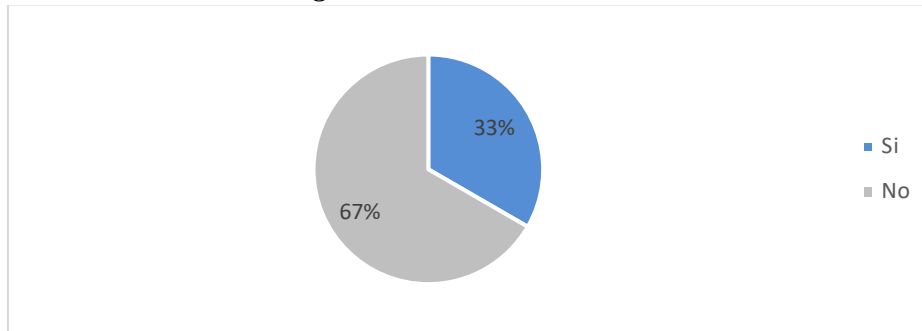


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

7.3.5. Uso de Tecnología

La figura 17 indica que el 33% de las fincas caficultoras cuenta con acceso a internet, mientras que el 67% restante no lo tiene. En promedio, las fincas que tienen acceso a internet pagan una tarifa de \$47.614 pesos, con una tarifa mínima de \$10.000 pesos y una tarifa máxima de \$86.000 pesos. Aunque el porcentaje de fincas con acceso a internet es bajo, establecer una tendencia de conectividad a internet en algunas zonas del departamento facilita los procesos de transferencia de tecnología a los caficultores.

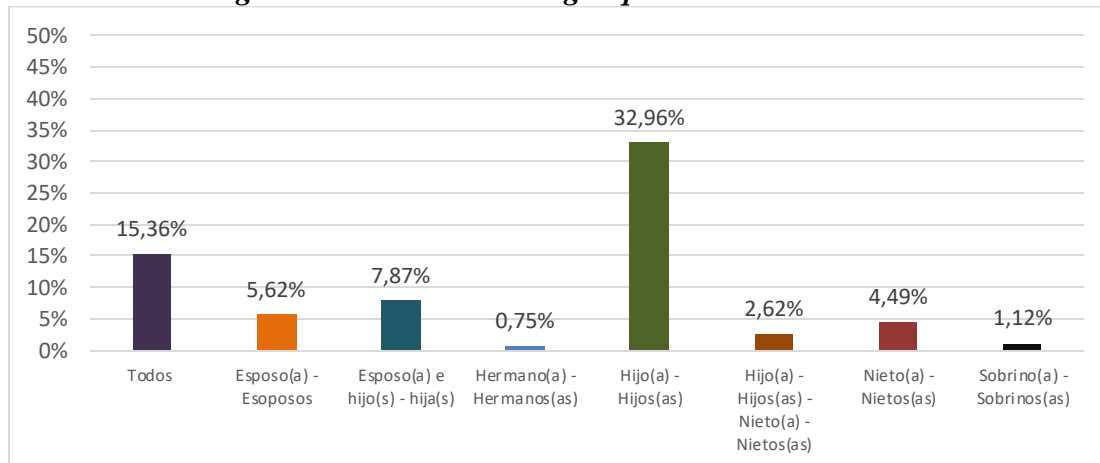
Figura 17. Acceso a internet



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

Otros datos relevantes muestran que del total de personas que tienen acceso a internet muestran el 61% utiliza centros de acceso público a internet ya sean salas de internet o zonas de acceso libre a Wi-Fi en las cabeceras municipales. La figura 18 muestra que los hijos(as) (32,96%) son las personas que más utilizan el internet en los hogares y le siguen los hogares donde todas las personas usan internet (15,36%). Además, la frecuencia de uso de internet diario corresponde al 67%, semanal al 29% y mensual al 4%.

Figura 18. Personas del hogar que más acceden a internet



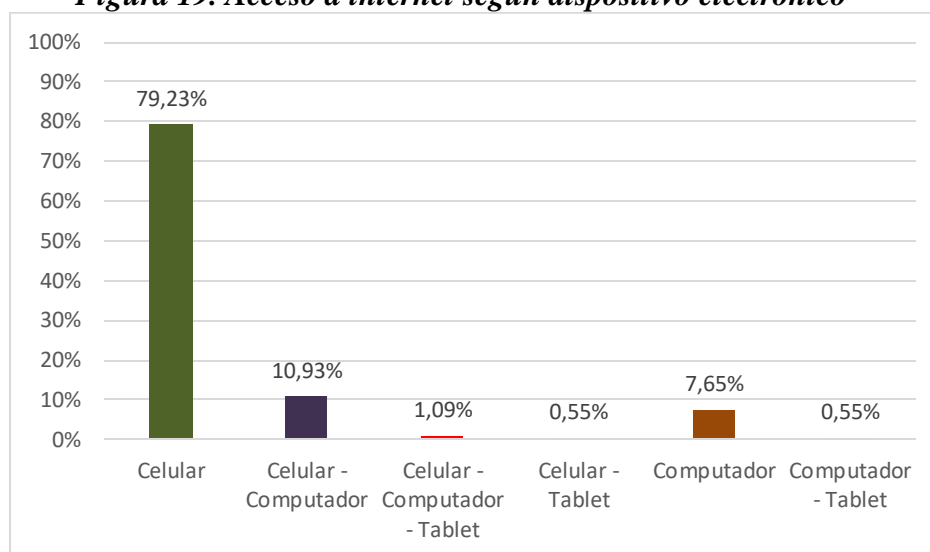
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

La figura 19 muestra que el dispositivo electrónico a través del cual más se conectan a internet en las fincas cafeteras de Cauca son los celulares con el 79,23%, seguido de la

conexión a internet por la combinación celular-computador con el 10,93% y la conexión a internet a través del computador con el 7,5%.

Claramente hay una preferencia hacia la conectividad de internet por medio de teléfonos móviles, lo que indica que este tipo de dispositivo electrónico es pieza clave para el diseño de la transferencia de tecnología a los caficultores del Cauca y debe ser priorizado por encima de otras alternativas tales como los computadores y las tablets que tienen un bajo acceso en esta población.

Figura 19. Acceso a internet según dispositivo electrónico



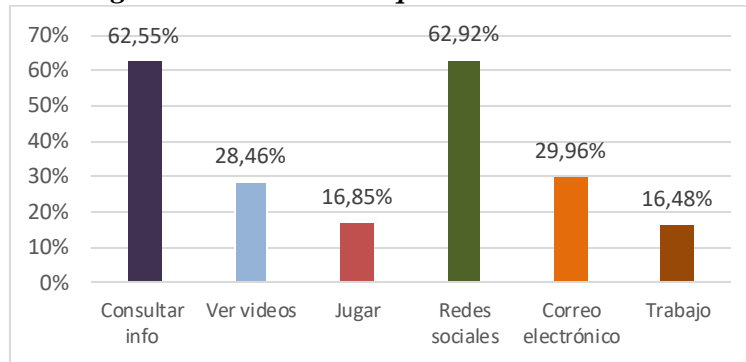
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

Según la figura 20 las actividades que más realizan los hogares de las familias caficultoras en internet son la visita a redes sociales con un 62,92%, seguido de la consulta de información 62,55% y uso del correo electrónico con un 29,96%¹⁵. Adicionalmente, los

¹⁵ Los porcentajes de la Figura 20. Actividades que realizan en internet no suman un 100% ya que la pregunta permitía múltiple respuesta.

lugares desde donde más acceden a internet son su propio hogar con un 60,30%, salas de internet con un 20,60% y las instituciones educativas con un 13,86%.

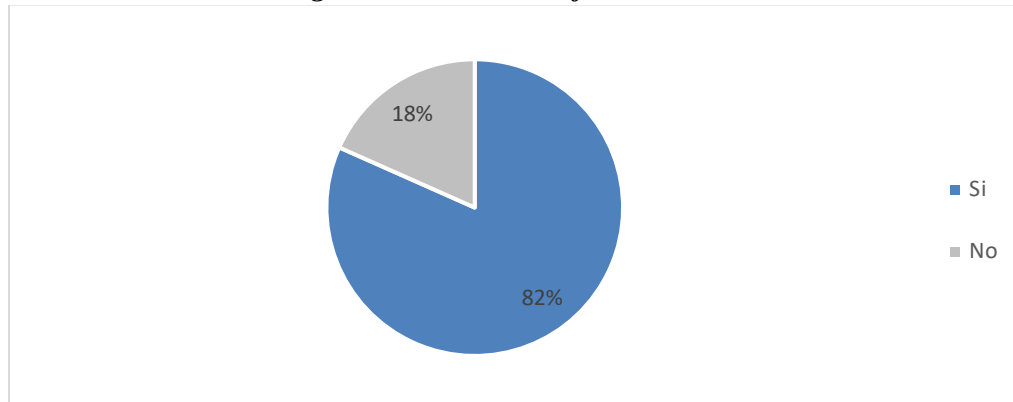
Figura 20. Actividades que realiza en internet



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

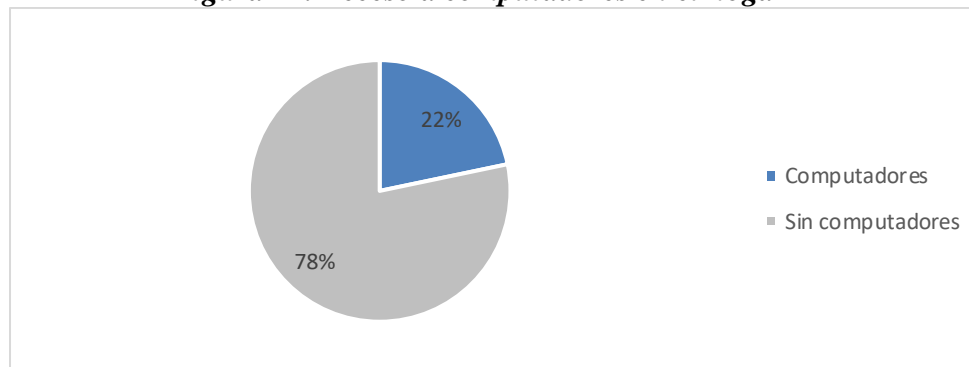
La figura 21 muestra que el 82% de los caficultores cuenta con al menos un teléfono móvil, mientras que el 18% no tiene. Asimismo, de los caficultores que tienen al menos un teléfono móvil el 45% maneja algún tipo de plan de telefonía o recargas y el 55% solo lo usa para recibir llamadas. En promedio, los planes o recargas que realizan mensualmente tienen un valor de \$29.061 pesos, con una tarifa mínima de \$6.000 pesos y una tarifa máxima de \$60.000 pesos.

El uso cada vez más frecuente del teléfono móvil viabiliza los procesos de transferencia de tecnología a los caficultores del Cauca, pues muchos de los aplicativos disponibles en el mercado están pensados para funcionar en teléfonos tipo smartphones. En este punto, la viabilidad de la estrategia de tecnología depende de los requerimientos técnicos y los procesos de capacitación frente al uso y apropiación de la tecnología.

Figura 21. Uso de teléfono móvil

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

De acuerdo a la figura 22 el 22% de las fincas caficultoras cuentan con acceso a computadores mientras que el 78% no tiene computadores. Este aspecto es importante, ya que al existir un bajo acceso a computadores en las fincas caficultoras del Cauca, aquellos tecnologías pensadas para operar principalmente desde la web pierden fuerza ya que existe una menor cantidad de usuarios potenciales que podrían cumplir este requisito técnico.

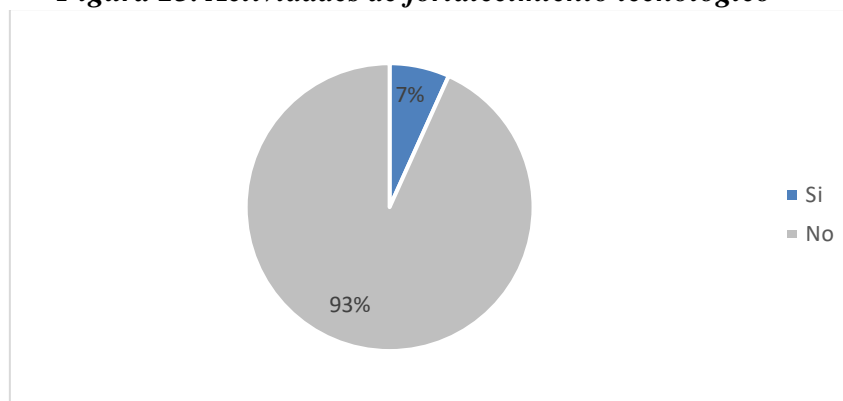
Figura 22. Acceso a computadores en el hogar

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

La figura 23 muestra que solo un 7% de los caficultores ha recibido o realizado actividades de fortalecimiento tecnológico por parte de algún actor de la cadena de valor del café en el departamento del Cauca, mientras que el 93% restante no ha recibido o

realizado actividades de fortalecimiento. Respecto al uso de aplicaciones web o móviles especializadas para la producción de café, solo el 4% de los caficultores manifiestan haber utilizado este tipo de herramientas tecnológicas, mientras que 96% restantes no ha hecho uso de ninguna tecnología con este propósito. Asimismo, del total de caficultores que manifiesta haber utilizado herramientas TIC's especializadas en la producción de café, solo el 40% utilizan estas herramientas tecnológicas actualmente.

Figura 23. Actividades de fortalecimiento tecnológico



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la EFC

Entre los aspectos positivos que se destacaron por los caficultores sobre el uso de la tecnología para apoyar los procesos productivos del café se destacan la facilidad de consultar y acceder a información relevante para la gestión de actividades en los cafetales, el acceso a nuevos canales de comunicación, y la identificación de nuevas oportunidades de negocio ligadas a la producción de café como el ecoturismo.

Por otra parte, entre los aspectos a mejorar se identifican las funcionalidades de las herramientas tecnológicas ya que algunos caficultores manifiestan que el uso de tecnologías implica procesos complejos, que en muchos casos pueden ser muy lentos y se ven afectados por la débil infraestructura tecnológica del departamento del Cauca, lo que impide brindar una conectividad de internet e incluso una señal telefónica estable.

7.4. Contexto tecnológico de las Fincas Cafeteras del Cauca

El departamento del Cauca está conformado por 42 municipios de los cuales en 32 municipios se realiza la caficultura, su fisiografía es principalmente montañosa, debido a la presencia del Macizo Colombiano donde se entrelazan las Cordilleras Central y Occidental (Gobernación del Cauca, 2021). Precisamente, este tipo de fisiografía hace que el departamento del Cauca, hoy por hoy cuente con un bajo índice de conectividad que llega solo al 30%, lo cual limita el acceso a internet a los caficultores.

Según la figura 17 el 33% de los caficultores encuestados tiene acceso a internet, lo cual es un indicador bajo si tenemos en cuenta que solo 3 de cada 10 fincas cafeteras tiene acceso a internet, mientras que cifras a nivel nacional indican que 6 de cada 10 Colombianos tienen acceso a internet (Branch, 2021).

Entrevistas realizadas a Tecnicafé, Cicaficultura y la empresa Buxtar SAS; quienes son actores representativos de la caficultura en el Cauca, confirman que el problema de conectividad es uno de los grandes retos a superar para fortalecer los procesos de transferencia de tecnología a los caficultores del Cauca.

Por otra parte, se destacan los avances respecto al uso de tecnologías en el marco de la pandemia por Covid 19 como Zoom, Meet, Facebook live, como medios de comunicación y que han sido utilizados por caficultores para la realización de reuniones virtuales y participación en eventos internacionales como la Feria Mundial del Café llevada a cabo entre el 27 y 30 de junio de 2021 organizada por Tecnicafé, ODS Coffee, La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Supracafé, Multiscan, Coffee Quality Institute, AMUCC y la Gobernación del Cauca.

No obstante, las cifras frente al uso de telefonía móvil están por debajo de los indicadores nacionales ya que según la figura 21 el 82% de los caficultores usan telefonía móvil mientras que a nivel nacional la estadística para el 2021 corresponde al 98,1% (Branch, 2021). Respecto, al uso de otros dispositivos, el uso de computadores es muy bajo ya que solo el 22% de las fincas cafeteras cuenta con este tipo de dispositivos electrónicos y el uso de tabletas es casi nulo en contraste con el indicador a nivel nacional que muestra un uso de laptop o pc para el 2021 del 76,6% y de tablets del 35,6% (Branch, 2021).

Adicionalmente, no se evidencia la participación de los caficultores en estrategias a gran escala para su fortalecimiento tecnológico ya que solo el 7% de los encuestados manifestó haber participado en actividades de este tipo, mientras que solo un 4% ha tenido contacto con alguna herramienta TIC para apoyar el proceso productivo del café. Esto obedece a que los procesos de fortalecimiento tecnológico no responden a estrategias largo plazo y generalmente son costosos.

A pesar de que hay avances en el tema de conectividad por parte de la administración departamental, quien lidera el desarrollo de un plan para mejorar la conectividad en el Cauca del 30% al 70% en 2022, las fincas cafeteras tienen un gran desafío frente al uso de las TIC's puesto que actualmente las actividades de fortalecimiento tecnológico desarrolladas por algunos actores del sector cafetero han tenido bajo impacto y no se han logrado escalar.

7.5. Estructuración de la propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en IoT en fincas cafeteras del departamento del Cauca

7.5.1. *Identificación de buenas prácticas para la transferencia de tecnologías basadas en IoT para fincas cafeteras*

El proceso de identificación de buenas prácticas para la transferencia de tecnologías en fincas cafeteras del departamento del Cauca se realizó de acuerdo a los “insights” obtenidos del trabajo de campo con los actores de la cadena de valor del café. A continuación, se presentarán los insights desagregados en cinco categorías: técnico, social, económico, legal y aliados clave.

A nivel técnico la principal barrera es la débil infraestructura tecnológica del departamento del Cauca, donde la conectividad rural actualmente no supera el 30%, incluso en algunas zonas donde hay conectividad se valida una inestabilidad de la red para telefonía móvil e internet, lo cual es expresado en palabras de los caficultores con la frase: “la señal es muy mala”, e implica considerar funcionalidades de trabajo offline para la tecnología seleccionada.

En este sentido, se debe propender por la implementación de transferencia de tecnologías basadas en IoT en aquellas zonas donde la conectividad sea validada con anticipación. Adicionalmente, la tecnología seleccionada basada en IoT debe ser compatible con Smartphones pues el 82% de los caficultores usan teléfono móvil y según las validaciones el sistema operativo que más se utiliza en la región es el Android.

Frente a la instalación de dispositivos electrónicos para la captura de información, se recomienda realizar un análisis de viabilidad de acuerdo a los requerimientos técnicos de los dispositivos y su prioridad para el propósito de la transferencia. Existen en el mercado

dispositivos electrónicos que van desde pequeños sensores hasta estaciones meteorológicas sofisticadas para fincas, además de dispositivos con tecnología RFID que permiten el rastreo y trazabilidad de la producción de café, todo depende del propósito de utilización de la tecnología de IoT a transferir.

A nivel social, es importante analizar la composición de hogar de las familias caficultoras del Cauca ya que según la data recolectada el 46% de la población es mayor de 40 años y el 51,75% de la población solo tiene estudios primarios. Ello implica que probablemente los hábitos de uso de TIC's estén por debajo de la media y por ende las estrategias de transferencia de tecnología deben adaptarse a las barreras comportamentales que puedan surgir. En este contexto, es necesario que la estrategia de transferencia tecnológica sea flexible y se pueda adaptar conforme a las validaciones que se realicen campo.

A nivel económico se debe tener en cuenta que el sector cafetero del departamento del Cauca está conformado en 98,98% por pequeños caficultores (áreas cultivadas de café menores a 5 hectáreas)¹⁶, con 84% de los hogares que reportan un nivel de ingresos inferior al 1 salario mínimo mensual legal vigente. Ello, requiere que los modelos de negocio que operan la transferencia de tecnología sean de carácter "Freemium" o estén financiados por algún actor de la cadena de valor del café diferente a los caficultores del Cauca. Es importante anotar que la disponibilidad a pagar de las familias caficultoras del departamento del Cauca por servicios TIC's en telefonía móvil tienen un promedio de \$29.061 pesos y en acceso a internet tienen un promedio de \$47.614 pesos, lo cual es un

¹⁶ El análisis de la muestra indica que el promedio de área cultivada de café es de 1,5 hectáreas por cada finca cafetera.

indicador de los posibles rangos de tarifas que los caficultores del Cauca podrían llegar a pagar si se plantea un modelo de negocio de suscripción.

A nivel legal es importante tener claro que temas de propiedad intelectual, sesión de derechos, licenciamiento, manejo de la información y acuerdos de confidencialidad, entre otros, relacionados con el software y/o hardware están ligados a los procesos de transferencia tecnológica razón por lo cual en el Anexo J, se presenta una minuta de un contrato de transferencia (Solararte, 2021), con el propósito de brindar una herramienta de referencia para que los interesados en realizar procesos de transferencia tecnológica se puedan orientar sobre los detalles legales que se deben considerar. Cabe aclarar, que la minuta anexada es de carácter general y no responde a un caso de licenciamiento en específico, por lo cual se requiere que dicha minuta sea revisada por un asesor legal competente antes de usarse como base para realizar un acuerdo de transferencia tecnológica.

En lo referente a la gestión de aliados clave se destaca el grado de asociatividad de los caficultores en el departamento del Cauca, según la caracterización socioeconómica el 83,52% de los caficultores comercializan su café en cooperativas o asociaciones de la cual hacen parte, lo que indica que hay un buen nivel de articulación en lo referente a los canales de comercialización del café en el Cauca.

Adicionalmente, se identifican actores relevantes en la cadena de valor del café tales como el Comité de Cafeteros del Cauca, Tecnicafé, Cicaficultura, la Federación Campesina del Cauca, el Clúster CreaTIC, Innovación Cauca y los entes territoriales como Alcaldías y Gobernación, entre otros; que sirven o actúan como facilitadores entre el sector privado (empresas o emprendimientos) interesado en transferir tecnología y los

caficultores, quienes actúan como receptores de la tecnología. En este sentido, se recomienda realizar un adecuado proceso de relacionamiento con los aliados clave para facilitar las transferencias de tecnología.

7.5.2. Directrices técnicas y socioculturales para la implementación de tecnologías basadas en IoT, aplicables a fincas cafeteras del departamento del Cauca

Directrices técnicas. A nivel técnico la estrategia de transferencia tecnológica de IoT debe tener en cuenta como mínimo los siguientes cuatro aspectos: primero, la baja conectividad a internet en las zonas rurales del Cauca y la inestabilidad de la red, implica que el tipo de tecnología a transferir incluya dentro de sus funcionalidades la opción trabajo “offline”. Segundo, el grado de sofisticación de la tecnología debe ser lo más sencilla posible tanto en usabilidad como en funcionalidad, además el lenguaje utilizado para comunicarse con los caficultores debe estar alineado a la forma en que las comunidades caficultoras hablan entre sí en el día a día. Tercero, la tecnología seleccionada debe estar acorde a las tendencias a nivel nacional e internacional del sector agropecuario que actualmente trabaja temas tecnológicos en IoT referidos a la agricultura de precisión o agricultura inteligente, lo cual aplicado al sector cafetero según el análisis bibliométrico realizado se relaciona con las siguientes líneas: análisis de datos, modelos predictivos, sistemas de monitoreo y automatización; y cuarto, es importante conocer los recursos tecnológicos de los caficultores, ya que en muchas ocasiones existen caficultores que cuentan con recursos tecnológicos que pueden ser utilizados para viabilizar los procesos de transferencia tecnológica.

Directrices socioculturales. A nivel sociocultural existen varios elementos a tener en cuenta al momento de plantear una estrategia de transferencia tecnológica. Primero, los caficultores conciben la tecnología como un mecanismo para facilitar la comunicación, lo cual sumado al contexto de la pandemia Covid 19 ha impulsado el uso de herramientas electrónicas para realizar actividades de manera virtual. Segundo, a pesar del incremento en el uso de herramientas TIC's por parte de los caficultores, el acceso a estas herramientas es percibido como bajo. Tercero, los caficultores culturalmente prefieren soluciones tecnológicas simples o no sofisticadas ya que la complejidad o sofisticación es sinónimo de alto costo. Cuarto, hay una gran preocupación por la transición generacional de los caficultores ya que sus hijos generalmente no están interesados en la caficultura. Quinto, en el Cauca hay una compleja situación de orden público que debe tenerse en cuenta al momento de realizar el trabajo de campo.

En este orden de ideas, se recomienda centrar los ejercicios de transferencia tecnológica involucrando a población joven que facilite el uso de la tecnología de IoT, que a su vez debe ser fácil de usar, simple, sencilla o percibida como no sofisticada, para no generar barreras culturales frente al uso de la herramienta tecnológica. Una figura interesante que se logró identificar en la investigación se denomina “madrinas tecnológicas”, mujeres jóvenes AMUCC -Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca- que ayudan a caficultoras mayores de 60 años a realizar los procesos tecnológicos que correspondan según los requerimientos de la asociación.

Por otra parte, se recomienda transmitir un mensaje claro respecto a los beneficios de la implementación tecnológica en la caficultura, ya que no se debe generar falsas expectativas a los caficultores. Se debe tener en cuenta que la implementación de

tecnología basada en IoT en la caficultura se alinea con los conceptos de agricultura de precisión o agricultura inteligente con unos resultados en el mediano y largo plazo, que se traduce en un horizonte temporal mayor a un año de uso de la tecnología para que los caficultores puedan ver sus resultados.

Referente al tema de orden público se recomienda realizar un análisis de seguridad previo a la implementación de la estrategia de transferencia tecnológica, ya que realizar trabajo de campo en algunas zonas del Cauca requiere del acompañamiento de la comunidad (líderes sociales, presidente de la junta de acción comunal o campesinos), para facilitar el acceso a sitios catalogados como “zona roja” en materia de orden público.

7.5.3. Prueba piloto: implementación tecnológica de la aplicación “Agenda Cafetera” en fincas caficultoras del departamento del Cauca

La prueba piloto de la estrategia de transferencia tecnológica de la aplicación “Agenda Cafetera” se realizó en el municipio de Rosas, con seis caficultores de las veredas: El Porvenir, El Tablón, Guizabalo y Churo Tablón, quienes cumplían con los criterios mínimos a nivel técnico y social para la ejecución del ejercicio de transferencia tecnológica.

Cabe anotar que Coffee Agenda o Agenda Cafetera es una solución tecnológica que facilita la gestión del cultivo de café desde la floración hasta la cosecha (El Economista América-Colombia, 2020). Incluye funcionalidades que permite la asistencia técnica virtual por parte de los extensionistas, realiza pronósticos de cosechas, facilita la gestión de actividades del proceso del cultivo de café y permite la medición de variables climatológicas.

A nivel técnico los requisitos establecidos fueron tener acceso a internet en sus fincas y contar con al menos un smartphone para instalar la aplicación “Agenda Cafetera”. A nivel social los requisitos establecidos fueron contar con disponibilidad para realizar los ejercicios de validación, tener en su núcleo familiar al menos una persona joven dispuesta a apoyar el proceso de gestión de la tecnología.

Además, se tuvo en cuenta las características económicas de los caficultores en el Cauca por lo cual se decidió financiar las licencias de la aplicación “Agenda Cafetera” en su versión premium, es decir, el ejercicio de validación de la prueba piloto parte del hecho de que un actor de la cadena de valor del café está financiando la transferencia de tecnología.

Un último elemento relevante a considerar fue la inclusión de un “facilitador” en la zona de influencia donde se realizó la prueba piloto, en este caso, el perfil del facilitador corresponde a una persona joven entre 20 y 30 años con buen manejo de TIC’s y es una persona reconocida en la zona; lo cual facilitó los procesos de acercamiento y gestión para el desarrollo de la transferencia de tecnología.

Resultados de la prueba piloto. La prueba piloto se ejecutó en un periodo de 1 mes y medio, tiempo en que se estableció contacto con el facilitador encargado de establecer y seleccionar a los caficultores interesados en formar parte del proceso de transferencia de la tecnología “Agenda cafetera”.

Un hecho relevante frente al lenguaje utilizado con los caficultores fue la premisa del uso de la tecnología “Agenda Cafetera” como un requisito para la creación de un nuevo canal de comercialización con aquellos caficultores interesados en reducir los intermediarios. En el desarrollo del ejercicio se dejó claro que el proceso de transferencia

tecnológica fue diseñado a largo plazo, ya que implica realizar registros de trazabilidad del cultivo de café, gestión de actividades y procesos de calidad de producto.

Al respecto, la respuesta por parte de los caficultores fue positiva, se vinculó a la prueba piloto a 6 caficultores, quienes realizaron los respectivos registros de la finca en la aplicación “Agenda Cafetera”. En lo referente a los aspectos básicos de registro de la aplicación no se identifica problemas de usabilidad por parte de los caficultores, sin embargo, en temas más específicos como la gestión de actividades se requiere acompañamiento por parte de personal capacitado en el uso de la tecnología, sobre todo en etapas tempranas donde la curva de aprendizaje es más lenta.

Se resalta el rol del soporte técnico brindado por la empresa Buxtar (Buxtar, s.f.), quien es el proveedor de la tecnología Agenda Cafetera, ya que durante el proceso de registro se realizaron varias solicitudes para habilitar el registro de los caficultores, las cuales fueron resueltas en máximo 24 horas. Este hecho, agilizó la realización de las actividades y brindó confianza a los actores involucrados en el proceso de transferencia tecnológica.

Frente al uso de la tecnología, Agenda Cafetera representa un acercamiento de las nuevas tecnologías a los caficultores, permite que poco a poco los caficultores entiendan la importancia de digitalizar los registros de la producción de café y llevar una trazabilidad de la información. Además, el acompañamiento por parte de personal capacitado, permite aprovechamiento de la captura de información para la toma de decisiones y el desarrollo de actividades en campo.

7.5.4. Propuesta metodológica para la transferencia de tecnología aplicables a la caficultura del departamento del Cauca

La construcción participativa de la propuesta metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT, se desarrolló teniendo en cuenta la perspectiva de diferentes actores representativos de la cadena de valor del café en el departamento del Cauca. En este sentido, contiene los aprendizajes de dichos actores y se retroalimenta de las validaciones realizadas en el trabajo de campo con los caficultores.

Es importante anotar que la propuesta metodológica está enfocada en fortalecer los procesos de transferencia tecnológica que surgen desde las empresas o emprendimientos, interesados en generar procesos de agregación de valor a la caficultura, a través de la implementación de tecnologías basadas en IoT en el departamento del Cauca. Por ello, el análisis de cada uno de los componentes que se exponen a continuación adquiere una mayor relevancia cuando la transferencia de tecnología la realiza una empresa o emprendimiento.

La figura 24 muestra la estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías de IoT con aplicación en la caficultura del Cauca pensada desde las empresas o emprendimientos. En la estrategia gira alrededor de cuatro elementos base: tecnología, recursos, aliados y marco legal. Además, requiere la identificación de factores externos que influyen directamente en la estrategia, pero no depende de ella, sino que están dados por el entorno. Finalmente, se establecen unos habilitadores necesarios para el funcionamiento de la estrategia.

Figura 24. Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías de IoT con aplicación en la caficultura del Cauca

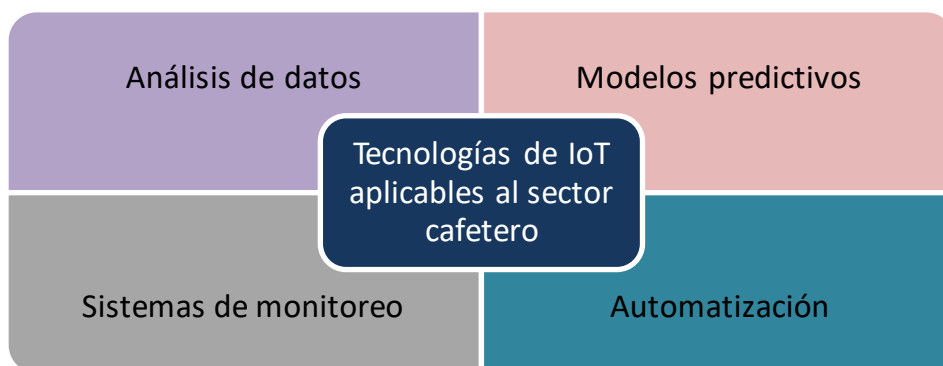


Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe cada uno de los componentes de la estrategia:

Tecnología. La selección de la tecnología es un aspecto fundamental para el desarrollo de la estrategia de transferencia tecnológica. En este caso, se propone la selección de tecnología basada en IoT de acuerdo a los hallazgos del literal 7.1.2 de la presente investigación, que muestra las tendencias tecnológicas de IoT en torno al desarrollo de la agricultura de precisión o agricultura inteligente, en las líneas tecnológicas de la figura 25, a saber, análisis de datos, modelos predictivos, sistemas de monitoreo y automatización (Ver la tabla 1).

Figura 25. Tendencias Tecnológicas de IoT aplicables al sector cafetero.



Fuente: *Elaboración propia*

Recursos. Se identifican cuatro tipos de recursos: financiero, talento humano, tecnológico y tiempo (Ver tabla 9). El recurso financiero hace referencia al tipo de financiación con la cual se cubrirán los costos asociados al ejercicio de transferencia tecnológica. Para el caso de las empresas o emprendimientos los recursos pueden ser propios, públicos (gestión de proyectos), privados (acuerdos comerciales) o mixtos (cuando se usa una combinación de diferentes tipos de recursos). Los recursos financieros requeridos dependerán del tipo de tecnología de IoT seleccionada ya que tecnologías de

IoT que involucren hardware sofisticado (estaciones meteorológicas para fincas) requieren una mayor financiación.

El talento humano se refiere al equipo de trabajo necesario para apoyar el proceso de transferencia tecnológica con los caficultores. Según las validaciones realizadas en la prueba piloto se requieren como mínimo tres grupos de perfiles: líder tecnológico, equipo de apoyo y facilitadores. El líder tecnológico es la persona encargada de direccionar y hacer seguimiento a la estrategia. El equipo de apoyo, está conformado por las personas a cargo de brindar apoyo logístico de asistencia técnica en campo (extensionistas), y el personal de soporte técnico según el tipo de tecnología de IoT seleccionada (personal técnico y/o desarrollado de software, quienes pueden ser personal interno si la tecnología es propia o externo si la tecnología se adquiere bajo una licencia).

Los recursos tecnológicos hacen parte de aquellos dispositivos electrónicos y equipos especializados con los cuales pueden llegar a contar los caficultores. A modo de referencia, esta investigación identificó la disponibilidad de celulares y muchos de ellos son tipo Smartphone, lo cual posibilita la instalación de aplicaciones especializadas y reduce la inversión necesaria para la implementación de la estrategia.

En lo referente al tiempo, se recomienda orientar los procesos de transferencia tecnológica al sector cafetero con un seguimiento superior a 1 año, debido a que en el corto plazo los resultados pueden ser superficiales, y se necesita tiempo para que los caficultores desarrollen una curva de aprendizaje y hábitos frente al uso de las nuevas tecnologías.

Tabla 9. Recursos

Financieros	Talento humano	Tecnológicos	Tiempo
<ul style="list-style-type: none"> • Propios • Públicos • Privados • Mixtos 	<ul style="list-style-type: none"> • Líder tecnológico • Equipo de apoyo • Facilitador 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos electrónicos • Equipos especializados 	<ul style="list-style-type: none"> • Horizonte de tiempo mayor a 1 año

Fuente: Elaboración propia

Aliados. La gestión de aliados clave y el capital relacional es fundamental para el desarrollo de la estrategia de transferencia tecnológica, toda vez, los aliados son un puente directo con los principales actores de la caficultura en el Cauca y en algunos casos forman parte de ella. De acuerdo a su nivel de relevancia los aliados se han clasificado en tres niveles (Ver tabla 10), no obstante, es de vital importancia entender que una adecuada gestión de stakeholders en todos los niveles, permite generar contactos que ayudan en la gestión comercial y pueden facilitar la implementación de los procesos de transferencia tecnológica.

Tabla 10. Gestión de aliados

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnicafé • Comité del cafeteros del Cauca • Cicaficultura • Federación Campesina del Cauca • Asociaciones y Cooperativas 	<ul style="list-style-type: none"> • CreaTIC • SENA • Innovación Cauca • Cámara de Comercio del Cauca • Entes territoriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Unicauca • Uniutónoma • Colmayor • FUP • Unicomfacauca • UCC • UAIIN-CRIC

Fuente: Elaboración propia

En el nivel 1 se ubican aquellas instituciones u organizaciones que se relacionan directamente con el sector cafetero, en el nivel 2 se ubican las instituciones interfaz y su relevancia radica en que pueden convertirse en activadores del modelo de negocio. Finalmente, en el nivel 3 se encuentran ubicadas las instituciones de la academia quienes pueden jugar un rol importante en el caso de búsqueda de recursos a través de la formulación de proyectos.

Marco legal. Está conformado por aquel o aquellos instrumentos necesarios para que las partes involucradas tengan las reglas de juego claras desde el punto de vista legal. Las modalidades de transferencia más habituales son: la cesión y el licenciamiento. Conforme a la modalidad contractual se debe ajustar la minuta correspondiente, en el caso de: i) Contrato de Cesión: Cedente/ Cesionario, ii) Contrato de Licencia: Licenciante/ Licenciatario.

Es importante tener en cuenta que los activos de propiedad intelectual podrán ser objeto de transferencia, por lo cual deberá especificarse de que tipo de activo se trata (derechos de autor o propiedad industrial/patente, marca, método o metodología, etc). En el Anexo J, se encuentran los principales elementos que desde el punto de vista legal se deben tener en cuenta para desarrollar un proceso de transferencia tecnológica, sin embargo, se aclara que la presente minuta es de referencia y no se recomienda el uso de la misma o de cualquier otra minuta, sin tener en cuenta que los contenidos pueden variar ostensiblemente según la modalidad contractual y el tipo de acuerdos entre las partes.

Un ejemplo de los posibles aspectos legales que deben considerarse a nivel legal, se presenta cuando el proceso de transferencia tecnología de IoT involucra hardware y

software al mismo tiempo. El hardware solo aplica propiedad intelectual si los dispositivos transferidos son desarrollados directamente por el proveedor de la tecnología, en cuyo caso habría que definir si aplica algún tipo de protección vía patente, circuito integrado, diseño industrial u otro.

En cualquier caso, el uso de hardware y/o software debe regularse específicamente según las condiciones de su uso (si se licencian), de su transferencia (si se ceden) o incluso de su fabricación si la licencia incluye la facultad de fabricarlos, usarlos e incluso, distribuirlos. De todos modos, en temas de IoT existen en el mercado una gran cantidad de dispositivos a bajo costo que pueden ser configurados para prestar servicios de medición de variables (sensores climáticos, medición de componentes en suelo, calidad de agua, etc), por lo cual no será un resultado tan frecuente el caso de regular legalmente la transferencia tecnológica de hardware; sino más bien su uso y adaptación hardware preexistente.

Factores externos. La estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca requiere de la identificación de los factores externos que influyen en la estrategia pero que no dependen directamente de esta. Los factores externos identificados en el departamento del Cauca corresponden a aspectos sociales, culturales, económicos y técnicos. En los literales 7.5.1 y 7.5.2 de la presente investigación se abordan los hallazgos frente a cada uno de estos aspectos en el departamento del Cauca.

Habilitadores. Corresponden a aquellos elementos necesarios para el funcionamiento de la estrategia de transferencia tecnológica. Al respecto, se identifican 3 habilitadores

fundamentales, el primer habilitador es alcance y expectativas de la estrategia de transferencia tecnológica, y denota la necesidad de manejar un mismo lenguaje respecto al alcance y expectativas de la estrategia de transferencia que los actores involucrados proyecten en un horizonte temporal mayor a un año. El segundo habilitador es el modelo de negocio que se desarrolle frente al uso de la tecnología de IoT, en este caso se requiere que sea un modelo de negocio validado y sostenible en el tiempo ya que de lo contrario se corre el riesgo de quedarse sin recursos para darle continuidad al proceso de transferencia y apropiación tecnológica. Finalmente, el tercer habilitador es la confianza entre actores de la cadena de valor del café ya que el grado de articulación del ecosistema en muchos casos sirve para coordinar el desarrollo de actividades y en un entorno de desconfianza se retrasa la gestión y disminuye la eficiencia de los recursos.

7.6. Análisis de Resultados

7.6.1. Situación actual

La presente investigación diseñó una propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en IoT aplicables al sector cafetero en el departamento del Cauca, partiendo de un análisis bibliométrico que permitió identificar los principales referentes en Latinoamérica en el uso de tecnología en ámbitos agrícolas y las tendencias tecnológicas de IoT aplicables al sector cafetero. La tabla 11 muestra las principales aplicaciones y beneficios de las tecnologías de IoT en el sector cafetero, lo cual permitió orientar el requerimiento técnico de selección de tecnología de IoT planteado en la estrategia.

Tabla 11. IoT para la caficultura

APLICACIONES	BENEFICIO
Análisis de datos	Big data aplicado a la gestión de fincas cafeteras en producción y comercialización.
Modelos predictivos	Análisis de datos en tiempo real sobre variables propias del cultivo y variables meteorológicas que ayudan a optimizar la gestión de los cafetales.
Sistemas de monitoreo	Control específico de variables claves a través de sensores, cámaras e imágenes satelitales que pueden ayudar a recolectar información importante sobre temperatura, humedad, luminosidad, plagas, entre otras.
Automatización	Optimización de procesos que combina el uso de sensores, inteligencia artificial, redes inalámbricas y computación en la nube.

Fuente: Elaboración propia

Cada una de estas líneas tecnológicas, corresponde a una tendencia en la aplicación de tecnologías de IoT en la agricultura a nivel de Latinoamérica, y se relaciona con el desarrollo de agricultura inteligente y agricultura de precisión, donde se requieren mayores estándares de calidad y se tiene como objetivo un consumidor más consciente e informado.

En el sector cafetero, el desarrollo de una agricultura inteligente o agricultura de precisión trae muchos beneficios para la agregación de valor a la producción, ya que se puede optimizar el proceso productivo, por ejemplo, en lo relacionado con las técnicas de producción y el uso de los recursos.

A continuación, se muestran los posibles usos de las líneas tecnológicas de IoT para la caficultura mencionadas en la tabla 11.

- Análisis de datos: En gestión de fincas cafeteras para los procesos de producción y comercialización, a través de tecnologías big data.
- Modelos predictivos: Mediante el análisis de datos en tiempo real sobre variables propias del cultivo y variables meteorológicas, que ayudan a optimizar la gestión de los cafetales.

- **Sistemas de monitoreo:** Implica la implementación de sistemas de monitoreo para control específico de variables claves de los cafetales, a través de sensores, cámaras e imágenes satelitales, que recolectan información en tiempo real sobre variables como temperatura, humedad, luminosidad, plagas, entre otras; que son clave para la gestión de actividades y registros de trazabilidad del café.
- **Automatización:** Enfocado en la optimización de procesos, combina el uso de sensores, inteligencia artificial, redes inalámbricas y computación en la nube; con gran potencial de implementación en sistemas de riego, transporte y bodegaje de café.

De acuerdo a la identificación de las líneas tecnológicas de IoT, priorizadas para la caficultura, se recomienda que los procesos de transferencia tecnológica para los caficultores del Cauca, incluyan al menos una de estas líneas mencionadas según su pertinencia en el modelo de negocio.

Por otra parte, y continuando con el análisis de los resultados de la investigación, se realizó un mapeo de los principales actores de la cadena de valor del café, una caracterización socioeconómica de 267 caficultores del departamento del Cauca y entrevistas con actores relevantes del sector cafetero con el fin de determinar las variables técnicas y socioculturales requeridas para implementar tecnologías de IoT en el sector cafetero.

El mapeo de actores de la cadena de valor del café se identificaron 61 instituciones que pueden ser consideradas como aliados potenciales de acuerdo a las características de la estrategia de transferencia tecnológica a implementar. En este punto, es fundamental la gestión de capital relacional por su potencial en el desarrollo de las actividades planificadas y/o ejecución de la estrategia de transferencia tecnológica.

La caracterización socioeconómica de los caficultores del Cauca permitió realizar la medición de las variables seleccionadas: hogar, nivel educativo, ingresos y uso de tecnología. Esto se utilizó de insumo para crear un perfil de las familias caficultoras del Cauca relevante para el diseño de la estrategia de transferencia tecnológica en el Cauca.

Al respecto, se identificó que las familias caficultoras están conformadas por hogares en promedio de 4 personas, con jefes de hogar mayores de 40 años, cuentan con población joven entre 10 y 39 años en su núcleo familiar, su nivel educativo es bajo, con principalmente estudios primarios, sus ingresos son bajos correspondientes a ingresos menores a 1 salario mínimo mensual legal vigente.

Frente al uso de tecnología solo el 33% de las fincas caficultoras cuenta con acceso a internet, con un promedio de \$47.614 pesos por tarifa de internet, los hijos son las personas que más utilizan el internet en los hogares, el dispositivo electrónico más utilizado para acceder a internet en las fincas son los celulares (79,23%), con una tarifa promedio por planes o recargas de \$29.061 pesos, y tienen una baja participación en actividades de fortalecimiento tecnológico que implique el uso de TIC's (7%).

El análisis fue complementado con entrevistas a actores relevantes de la caficultura: Comité de Cafeteros del Cauca, Tecnicafé, Cicaicultura, CreaTIC, AMUCC y Buxtar; para identificar los aspectos técnicos y socioculturales más relevantes en los procesos de transferencia tecnológica en función del contexto social y tecnológico del departamento del Cauca. En tabla 12 se presentan los aspectos técnicos y socioculturales más relevantes identificados en la investigación:

Tabla 12. Contexto tecnológico y principales insights

Contexto tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo índice de conectividad (30%) • La conectividad en la zona rural del Cauca es deficiente • 3/10 fincas cafeteras tiene acceso a internet • La pandemia por Covid 19 ha impulsado el uso de TIC´s en los caficultores para comunicarse • Los ejercicios de fortalecimiento tecnológico son insuficientes y de corto plazo.
Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • 82% de los caficultores cuenta con acceso a teléfono móvil. • El acceso a computadores y tablet es muy bajo. • Se requiere valida la conectividad. • Las tecnologías de IoT deben ser compatibles con smartphone y Android. • Las tecnologías de IoT deben incluir un modo operativo offline. • Las tecnologías de IoT no deben ser sofisticadas o complejas de usar. • El lenguaje comunicación debe ser común para los caficultores.
Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> • Familias conformadas por hogares en promedio de 4 personas, con jefes de hogar mayores de 40 años y con población joven entre 10 y 39 años en su núcleo familiar. • Nivel educativo bajo, principalmente estudios primarios. • Bajo uso de tecnología. • Los hijos son las personas que más utilizan el internet en los hogares. • Percepción de alto costo en la implementación de tecnología • La tecnología facilita la comunicación. • Analizar la situación de orden público. • La comunicación debe ser clara frente al alcance y las expectativas del proceso de transferencia tecnológica.
Económico	<ul style="list-style-type: none"> • El 98,98% de familias son pequeños caficultores con áreas cultivadas de café menores a 5 hectáreas. • El 84% de los hogares que reportan un nivel de ingresos inferior al 1 salario mínimo mensual legal vigente. • Baja disponibilidad a pagar por servicios TIC´s. Por telefonía móvil un promedio de \$29.061 pesos y Acceso a internet un promedio de \$47.614 pesos • Se recomienda tecnologías de IoT con modelos de negocio “Freemium” o financiada.
Legal	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar temas de propiedad intelectual, sesión de derechos, licenciamiento, manejo de la información y acuerdos de confidencialidad, entre otros. • Se recomienda analizar cada caso con un asesor legal ya que cada procesos de transferencia tecnológica tiene sus propias particularidades.
Aliados clave	<ul style="list-style-type: none"> • Alto grado de asociatividad entre actores de la cadena de valor de la caficultura. • El 83,52% de los caficultores comercializan su café en cooperativas o asociaciones. • Los aliados clave son facilitadores entre el sector privado (empresas o emprendimientos) y demás actores.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realiza la estructuración de una propuesta metodológica para la implementación de tecnologías basadas en IoT, teniendo en cuenta aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales del sector cafetero en el departamento del Cauca. El proceso de estructuración de la propuesta de metodológica se reforzó con una validación previa mediante una “prueba piloto” con seis caficultores del departamento del Cauca, con el objetivo de identificar aspectos adicionales de interés para la investigación.

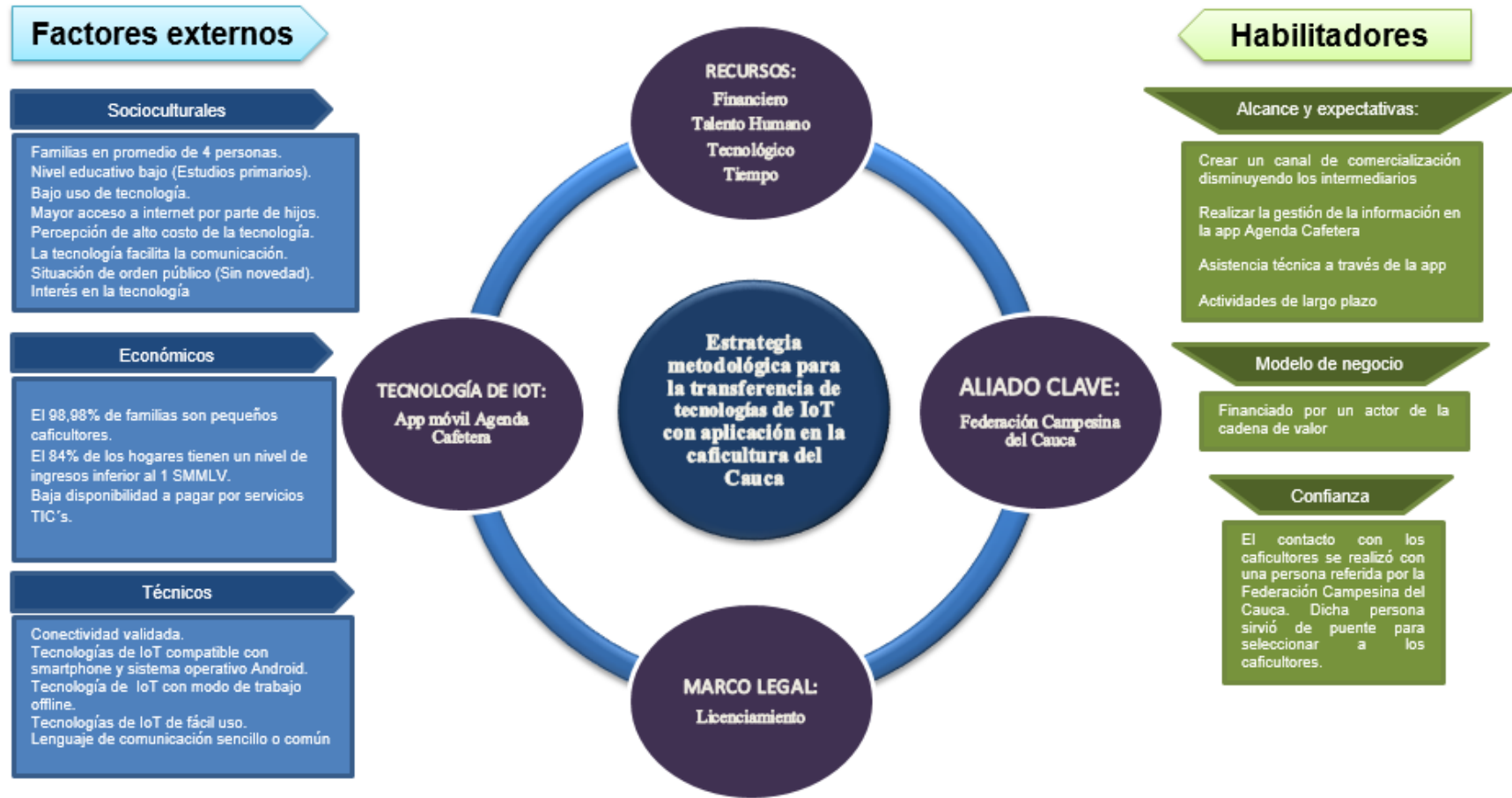
Adicionalmente, es importante tener en cuenta que la estrategia metodológica de transferencia tecnológica de IoT está pensada desde las empresas o emprendimientos.

En la figura 26 se muestra la implementación de la estrategia de acuerdo a los hallazgos de la investigación. Claramente se identifican aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales que influyen en la implementación de una propuesta metodológica de transferencia de tecnologías basadas de IoT en el departamento del Cauca, lo cual confirma la hipótesis de investigación planteada.

Ampliando el componente de los recursos, el ejercicio de validación utilizó recursos propios emulando la financiación por parte de un actor de la cadena de valor del café; el talento humano se dividió en cinco perfiles, un líder tecnológico (en este caso investigador), un extensionista (profesional agropecuario), un facilitador (persona joven de confianza en el municipio de Rosas), el soporte técnico (desarrollador de software de la aplicación) y caficultores con interés por la tecnología, hábiles en el manejo de aplicaciones y/o con hijos jóvenes que les brindaran apoyo en la gestión la aplicación.

La tecnología seleccionada “Agenda Cafetera” es compatible con Smartphones, sistema operativo Android y las actividades planteadas tienen un horizonte de largo plazo.

Figura 26. Aplicación estrategia metodológica de transferencia de tecnologías de IoT en fincas caficultoras del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

7.6.2. Fortalezas

La metodología mixta seleccionada para el desarrollo de la investigación, permitió incluir aspectos tanto cualitativo como cuantitativo, lo cual hace que la estrategia de transferencia de tecnologías de IoT para el sector cafetero del Cauca incluya componentes reflexivos soportados a partir de datos.

La estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca es una propuesta contextualizada orienta a las empresas y emprendimientos que desarrollan tecnología para la implementación de procesos exitosos de transferencia de tecnología de IoT.

La validación de la estrategia de transferencia tecnológica de IoT mediante una prueba piloto aporta un acercamiento a la realidad necesario para que este tipo de iniciativas no se queden en investigaciones netamente teóricas, sino que además se puedan implementar fácilmente cuando se requiera.

La estrategia metodológica propuesta es adaptativa y a pesar de que está pensada para realizar transferencia de tecnología de IoT desde empresas o emprendimientos, se puede ajustar y replantear la importancia uno o más componentes para que sea aplicable desde otro tipo de actor de la cadena de valor del café, como por ejemplo, los centros tecnológicos.

Se logra la validación de la hipótesis de la investigación y con ello se identifican los aspectos regulatorios, técnicos y tecnológicos, socioculturales y económico; que influyen en la implementación los procesos de transferencia de tecnologías basadas de IoT en el departamento del Cauca.

7.6.3. Oportunidades de mejora

Los tiempos de validación de la estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca en el marco de desarrollo de la investigación, fueron desarrollados durante poco más de un mes debido al cronograma disponible para el desarrollo de actividades, siendo posible solo verificar el registro de actividades por parte de los caficultores en etapas iniciales; sin embargo, la prueba piloto se desarrolló en el marco de una iniciativa de emprendimiento que quiere implementar una plataforma de e-commerce para que caficultores vendan directamente su café, reduciendo el número de intermediarios y llevando registros de trazabilidad de la producción.

Futuros ejercicios de validación con un mayor número de productores, localizados en diferentes municipios del departamento, pueden validar requerimientos de tipo logístico que sean necesarios introducir en las estrategias de transferencia de tecnología, de tal forma que se viabilice la operatividad a gran escala.

La estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca está pensado desde la empresa o emprendimientos y deja por fuera a las iniciativas que se puedan desarrollar por centros de desarrollo tecnológicos y otras instituciones como la academia. Ello, obedece a que ejercicios previos anotados en la investigación revelaron que las iniciativas de transferencia de tecnologías impulsadas por estos actores generalmente tienen un carácter corto plazo y por tanto requieren otro tipo de habilitadores de la estrategia para que los resultados vayan acorde a las expectativas.

8. Discusión de resultados

La investigación se vio afectada por dos sucesos coyunturales: la pandemia por Covid 19 que afectó al mundo desde finales del año 2019 e inicios de 2020, y que aún está vigente; y el paro nacional que afectó a Colombia desde finales de abril de 2021 hasta junio de 2022. Ambos sucesos se caracterizaron por una restricción a la movilidad que impidió el desarrollo normal de las actividades en campo, que tuvieron que desarrollarse y coordinarse por medios electrónicos.

Desde el punto de vista social, la investigación planteaba el desarrollo de talleres para abstraer la concepción de los caficultores sobre el uso de la tecnología, sin embargo, por razones de bioseguridad no fue posible coordinar sesiones de trabajo grupales para llevar a cabo los denominados grupos focales, que hubiesen servido para fortalecer los factores socioculturales planteados en la estrategia de transferencia tecnológica.

En lo referente a la operatividad de la estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca, es necesario desarrollar un seguimiento de largo plazo, proyectando actividades mayores a un año, ya que en el corto plazo no es posible que los caficultores logren ver por sí mismos los beneficios de implementar tecnologías de IoT en sus procesos productivos de café.

Cada uno de los componentes de la estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca está pensado desde las empresas y/o emprendimientos que requieran implementar tecnología al sector cafetero, sin embargo, en el Cauca han existido ejercicios de transferencia tecnológica liderados por otros actores que requieren investigación y ajuste de la presente propuesta.

9. Conclusiones y trabajo futuro

9.1. Conclusiones

Se comprueba la hipótesis de investigación que plantea que la caficultura del Cauca requiere que se tengan en cuenta los aspectos regulatorios, técnicos y socioculturales para implementar adecuadamente una propuesta metodológica de transferencia de tecnologías basadas de IoT. En este sentido, la estrategia metodológica propuesta incluye cuatro elementos base: tecnología, recursos, aliados clave y marco legal; además de factores externos, socioculturales, económicos y técnicos; y unos habilitadores, alcance y expectativas, confianza y modelo de negocio.

La estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca es una propuesta contextualizada, pensada a partir de la necesidad de tecnificación del sector cafetero a partir de nuevas tecnologías y de las iniciativas empresariales que requieren una guía en el proceso de transferencia de tecnología.

Las líneas tecnológicas de IoT con mayor potencial por su aplicabilidad al sector cafetero son: el análisis de datos, por ejemplo, big data aplicado a la gestión de fincas cafeteras en producción y comercialización; modelos predictivos como análisis de datos en tiempo real sobre variables propias del cultivo y variables meteorológicas que ayudan a optimizar la gestión de los cafetales; sistemas de monitoreo para control específico de variables claves, a través de sensores, cámaras e imágenes satelitales, que pueden ayudar a recolectar información importante sobre temperatura, humedad, luminosidad, plagas, entre

otras; y automatización utilizado para la optimización de procesos que combina el uso de sensores, inteligencia artificial, redes inalámbricas y computación en la nube.

Se recomienda que la tecnología de IoT seleccionada para desarrollar un proceso de transferencia tecnológica corresponda a una o varias de las líneas tecnológicas mencionadas anteriormente, para que los procesos de tecnificación de los caficultores correspondan a las tendencias del sector agrícola a nivel nacional e internacional que están ligadas a la agricultura de precisión o agricultura inteligente.

A nivel sociocultural se identificó un perfil de las familias caficultoras en el departamento del Cauca que muestra a hogares en promedio de 4 personas, con jefes de hogar mayores de 40 años, cuentan con población joven entre 10 y 39 años en su núcleo familiar, su nivel educativo es bajo, principalmente estudios primarios, con ingresos bajos menores a 1 salario mínimo mensual legal vigente. Perciben la tecnología como costosa y utilizan la tecnología a menudo para comunicarse.

Su perfil tecnológico muestra que solo el 33% de las fincas caficultoras cuenta con acceso a internet, es decir, tres de cada diez fincas cafeteras tienen acceso a internet, con un promedio de \$47.614 pesos por tarifa de internet, los hijos son las personas que más utilizan el internet en los hogares, el dispositivo electrónico más utilizado para acceder a internet en las fincas son los celulares (79,23%), con una tarifa promedio por planes o recargas de \$29.061 pesos, y tienen una baja participación en actividades de fortalecimiento tecnológico que implique el uso de TIC's (7%).

La prueba piloto de la estrategia de transferencia tecnológica de IoT en fincas cafeteras del Cauca es un mecanismo de validación de los componentes identificados en la estrategia y constituye un ejercicio práctico del resultado de la investigación. En este

sentido, es pertinente invitar a que más actores de la cadena de valor del café realicen ejercicios prácticos de transferencia tecnológica a los caficultores y documenten sus experiencias propias o resultados logrados a partir de la presente propuesta.

La estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en IoT con aplicación en la caficultura del Cauca es adaptativa, por lo cual debe ajustarse si el ejercicio de transferencia tecnológica es desarrollado por un actor diferente de la cadena de valor del café, como por ejemplo, los centros tecnológicos o instituciones académicas, ya que los habilitadores, recursos, marco legal y gestión de aliados, se verán afectados por el tipo de relacionamiento que estas instituciones tienen con los caficultores.

La gestión de stakeholders a nivel internacional puede ayudar a apalancar los procesos de transferencia tecnológica en IoT para la caficultura del Cauca, a nivel financiero y comercial. Tal como se plantea en la investigación, la gestión de aliados clave y el capital relacional es un proceso fundamental para el desarrollo de la estrategia de transferencia tecnológica, toda vez, los aliados son un puente directo con los principales actores de la caficultura en el Cauca y en algunos casos forman parte de ella. En particular, es importante considerar aliados extranjeros que apoyan el fortalecimiento de las cadenas productivas del café como la Unión Europea o La fundación Howard G. Buffet, además a nivel tecnológico aliados como Microsoft u Oracle pueden apalancar el uso de infraestructura tecnológica.

La presente investigación constituye un aporte a los procesos de agregación de valor a la caficultura a través de tecnología. Con las nuevas tecnologías, las tendencias mundiales de la agricultura están encaminadas a desarrollar una agricultura de precisión o agricultura inteligente que exige la tecnificación de los caficultores en pro de su competitividad y

productividad. Por tanto, orientar los procesos de transferencia tecnológica de IoT para los caficultores del Cauca contribuye a que los desarrollos tecnológicos disponibles en la región y en algunos casos desarrollados específicamente para caficultores del Cauca, sean relevantes y logren impactar la forma en que se produce el café del Cauca.

9.2. Trabajo futuro

Una posible línea de investigación que se puede desarrollar a partir de los resultados alcanzados es el análisis del rol de los aliados clave en el proceso de implementación y escalamiento de la transferencia de tecnología para los caficultores del Cauca. Es importante resaltar que existe un gran capital relacional que se puede aprovechar para la gestión empresarial o institucional y sería interesante poder mapear, reconocer y aprovechar la gestión de los diferentes actores de la cadena de valor del café.

Adicionalmente, se podría trabajar alrededor del uso y apropiación de tecnologías, ya que no solo se requiere implementar una apropiada estrategia de transferencia de tecnologías, sino que también se debe garantizar que los caficultores realmente usen, apropien y se beneficien de las tecnologías.

10. Referencias

Aide, T., Grau, H. & Graesser, J. et al. (2019). Woody vegetation dynamics in the tropical and subtropical Andes from 2001 to 2014: Satellite image interpretation and expert validation. Glob Change Biol. <https://doi.org/10.1111/gcb.14618>

Andrade, J. M., Cubillos, A. D., Herrera, C y Mendoza, J. A. (2018). Gestión del conocimiento en el sector piscícola surcolombiano: una estrategia de transferencia tecnológica. Revista Espacios. Vol. 39 (Nº 13). Pág. 24. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/324216919_Gestion_del_conocimiento_en_el_sector_piscicola_surcolombiano_una_estrategia_de_transferencia_tecnologica

Arias, A. (2020). TrazAgro CertiAgro. Recuperado de: <https://www.facebook.com/244191116063504/videos/280808449608918>

Association of University Technology Managers (AUTM). 2020. ¿Qué es la Transferencia de Tecnología?. Recuperado de: <https://autm.net/about-tech-transfer/what-is-tech-transfer/tech-transfer-faq/>

Archbold, G., Beltran, H., Ruiz, F., Narducci, M., Mendez, D., & Trujillo L., Mouazen, A. (2019). PH measurement IoT system for precision agriculture applications. IEEE Latin America Transactions, 17(5), 823-832. doi:10.1109/TLA.2019.8891951

BeeTIC (2018). TazaCafé. Popayán, Cauca. Recuperado de: <http://www.beetic.co/>

Bernal, B., Gonzalez, M. I., Ojeda, M. E., Zanfrillo, A. I. (2010). Brecha Digital en la Transferencia de Conocimientos: Educación Superior en Argentina y México

Revista Gestão Universitária Na América Latina - Gual, Vol. 3, Núm. 1, Pp. 1-14

Universidade Federal De Santa Catarina Santa Catarina, Brasil. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/3193/319327508010.pdf>

Barbosa, R., Soares, J. & Martins, M. (2020). Low-cost and versatile sensor based on multi-wavelengths for real-time estimation of microalgal biomass concentration in open and closed cultivation systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 176, 2020, 105641, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105641>.

Branch (2021). Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2020-2021.

Recuperado de: <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/#:~:text=Con%20respecto%20a%202020%2C%20la,de%20nuevos%20dispositivos%20m%C3%B3viles%20conectados>.

[2021/#:~:text=Con%20respecto%20a%202020%2C%20la,de%20nuevos%20dispositivos%20m%C3%B3viles%20conectados](https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/#:~:text=Con%20respecto%20a%202020%2C%20la,de%20nuevos%20dispositivos%20m%C3%B3viles%20conectados).

Buxtar (2018). Cafetalsoft. Popayán, Cauca.

Buxtar (s.f.). *Buxtar Marketing Digital*. Recuperado de: <http://www.buxtar.co/marketing-digital/>

Carrasquilla, A., & Chacón, A. (2017). Proposal of a fuzzy logic controller for the improvement of irrigation scheduling decision-making in greenhouse horticulture. Paper presented at the 2017 1st Conference on IEEE PhD Research in Microelectronics and Electronics Latin America, PRIME-LA 2017, doi:10.1109/PRIME-LA.2017.7899172 Recuperado de: www.scopus.com

- Carrasquilla, A., & Chacón, A. (2019). Standalone fuzzy logic controller applied to greenhouse horticulture using internet of things. Paper presented at the Proceedings - 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference, IESTEC 2019, 574-579. doi:10.1109/IESTEC46403.2019.00108 Recuperado de: www.scopus.com
- Carrasquilla, A., Chacón, A., Solorzano, M., & Guerrero, M. (2017). IoT applications: On the path of costa rica's commitment to becoming carbon-neutral. Paper presented at the Internet of Things for the Global Community, IoTGC 2017 - Proceedings, doi:10.1109/IoTGC.2017.8008975 Recuperado de: www.scopus.com
- Carrasquilla, A., Chacón, A., Núñez, K., Gómez, O., Valverde, J. & Guerrero, M. (2016). Simple and multiple regression: application in the prediction of natural variables related to microalgae growing process. Revista Tecnología En Marcha, 29(8), págs. 33-45. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2983>
- Cáceres, D. M., Silvetti, F., Soto G & Robledo, W., & Crespo, H. (1997). La Adopción Tecnológica en Sistemas Agropecuarios de Pequeños Productores. Agro Sur Vol.25 (2) 123-135. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1997.v25n2-01>
- Cama, D., Damas, M., Holgado, J., Gómez, F., & Cama, A. (2019). Path loss determination using linear and cubic regression inside a classic tomato greenhouse. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(10) doi: 10.3390/ijerph16101744
- Cardim Ferreira Lima, M., Damascena de Almeida Leandro, M., Valero, C., Pereira, L. & Gonçalves, C. (2020). Automatic Detection and Monitoring of Insect Pests-A

Review. Agricultura, 10 (5), 161. MDPI AG. Recuperado de:

<http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10050161>.

Castañeda, A. & Castaño, V., (2020). Internet of things for smart farming and frost intelligent control in greenhouses. Computers and Electronics in Agriculture. Volume 176, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105614>.

Choque C., Linares P., Alcorta N., Alva J., & Prado, S. (2019). IoT automated orchard in a domestic environment. Paper presented at the Proceedings of the 2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference, SCLA 2019, doi:10.1109/SCLA.2019.8905717 Recuperado de: www.scopus.com

Collado, E., Fossatti, A., & Saez, Y. (2019). Smart farming: A potential solution towards a modern and sustainable agriculture in panama. AIMS Agriculture and Food, 4(2), 266-284. doi:10.3934/AGRFOOD.2019.2.266

Consejo Privado de Competitividad (CPC). 2019. Informe Nacional de Competitividad 2019-2020. Decimotercera edición. Bogotá. Colombia.

Corsi, A., Negri, R., Kovaleski, J. L y Da Silva, V. D., (2020). Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions, Journal of Cleaner Production, Volume 245, 118522, ISSN 0959-6526, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118522>

Cravero, A., Lagos, D., & Espinosa, R. (2018). Big data / IoT use in wine production: A systematic mapping study. IEEE Latin America Transactions, 16(5), 1476-1484. doi:10.1109/TLA.2018.8408444

CreaTIC. (2017). "Proyecto TIC AGRO". Popayán, Cauca. Recuperado de:

<https://cdtcreatic.com/es/news3/>

Culman, M., de Farias, C. M., Bayona, C., & Cabrera Cruz, J. D. (2019). Using agrometeorological data to assist irrigation management in oil palm crops: A decision support method and results from crop model simulation. *Agricultural Water Management*, 213, 1047-1062. doi:10.1016/j.agwat.2018.09.052

Da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., Pagani, R. N. (2019). Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. *Technology Analysis & Strategic Management*, [s. l.], v. 31, n. 5, p. 546-562. DOI 10.1080/09537325.2018.1524135. Recuperado de:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ent&AN=137167884&lang=es&site=eds-live&scope=site>

De Campos Martins, F., Simon, A. T., & De Campos, R. S. (2020). Supply chain 4.0 challenges. [Desafios da Supply Chain 4.0] *Gestao e Producao*, 27(3) doi:10.1590/0104-530X5427-20

De Souza, C. P., Villarim, A. W. R., & Baiocchi, O. (2019). A 20mV rectifier for boosting internet of natural things (IoNT). Paper presented at the 2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2018, 401-405. Recuperado de: 10.1109/IEMCON.2018.8615094
www.scopus.com

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Colciencias. (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. (ASCTI). Bogotá. Recuperado de:

http://190.242.114.60/colcienciasdev/sites/default/files/ckeditor_files/estrategianacional-ascti.pdf.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- (2007). Cartilla De Conceptos Básicos e Indicadores Demográficos.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- (2020). Glosario, Gran encuesta integrada de hogares. Bogotá.

Dos Santos, U., Pessin, G., Da Costa, C. & Da Rosa, R. (2019). AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 161, 2019, Pages 202-213, ISSN 0168-1699, Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.010>.

El Economista América-Colombia. (06 de diciembre de 2020). *Agenda Cafetera, solución tecnológica para caficultores que trasciende fronteras*. Recuperado de:
<https://www.eleconomistaamerica.co/telecomunicacion-tecnologia-co/noticias/10929437/12/20/Agenda-Cafetera-solucion-tecnologica-para-caficultores-que-trasciende-fronteras.html>.

Escamilla, A., Soto, G., Toledano, M., Rivas, E. & Gastélum, A. (2020). Applications of artificial neural networks in greenhouse technology and overview for smart agriculture development. *Applied Sciences*, 10(11), 3835. MDPI AG. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.3390/app10113835>

Espinosa, J., Feregrino, J., & Isla, P. (2019). Emerging, and old, dilemmas for food security in latin america. *Journal of Public Affairs*, 19(3) doi:10.1002/pa.1999

Evelyn, G. L., Montiel, J. E., Chadwick, C. A., & Menchaca, F. (2019). Architecture proposal for low-cost hydroponic IoT based systems Recuperado de: 10.1007/978-3-030-33229-7_26

Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA). (2011).

Fundamentos de extensión rural para Transferencia y adopción de tecnología En el sector palmero. Bogotá. Recuperado de: <https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2018/12/Cartilla-Fundamentos-.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). Informe de Gerente General.

LXXV Congreso Nacional de Cafeteros Recuperado de:

https://federaciondefcafeteros.org/app/uploads/2019/10/Informe_Gerente_General_2010.pdf

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018a). Informe de Gestión 2017 -

Comité de Cafeteros del Cauca. Recuperado de:

https://issuu.com/cafedecolombiacauca/docs/informe_de_gestio_n_2017

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018b). Informe de Gestión 2018 -

Comité de Cafeteros del Cauca. Recuperado de:

https://federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Gestion_2018.pdf

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018c). Informe de Gestión 2020 -

Comité de Cafeteros del Cauca. Recuperado de:

<https://cauca.federaciondefcafeteros.org/app/uploads/sites/2/2021/04/INFORME-DE-GESTI%C3%93N-con-enlaces.pdf>

- Fuentes, J. C. (2014). Incidencia de la transferencia tecnológica en la productividad del cacao en Colombia en las zonas de Santander, Arauca y Antioquia. (Trabajo de grado). Universidad Santo Tomás. Bogotá. Colombia.
- García, A. (2018). "Hoy los precios del café son una vergüenza": Federación Nacional de Cafeteros. *Diario el País*. Colombia. Recuperado de:
<http://www.elpais.com.co/economia/hoy-los-precios-del-cafe-son-una-vergüenza-federacion-nacional-de-cafeteros.html>
- González Sabater, Javier (2011). Manual transferencia de tecnología y conocimiento. Edición 2. Instituto de Transferencia de Tecnología y Conocimiento. Recuperado de: <https://goo.gl/kuqZFm>
- Grimblatt, V. (2020). IoT for agribusiness: An overview. Paper presented at the 2020 IEEE 11th Latin American Symposium on Circuits and Systems, LASCAS 2020, Recuperado de: 10.1109/LASCAS45839.2020.9068986:
- Gutierrez, L., Calle, C. y Agudelo, G. (2018). Factores que afectan el servicio de asistencia técnica directa rural, en los modelos de transferencia tecnológica con enfoque territorial. *RHS. Revista. Humanismo. Soc.* 7(2): 81 – 86.
<https://doi.org/10.22209/rhs.v7n2a06>
- Gutierrez, L. y Calle, C. (2019). Política de transferencia tecnológica del sector agropecuario colombiano con enfoque territorial. *Lecturas de Economía* - No. 89. 199-219. Medellín, julio-diciembre de 2018.
<https://dx.doi.org/10.17533/udea.le.n89a07>

Herrera, J, Salas, L, Domínguez, G. y Torres, K. (2015). “Parques científicos y

tecnológicos y Modelo Triple Hélice”. La situación del Caribe colombiano. *Entramado*, 11 (2), 112-

130. <https://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22234>

InnovAcción Cauca. (2017). “Proyectos conjuntos UEES – Modalidad I+D”. Popayán,

Cauca. Recuperado de:

http://www.unicauca.edu.co/innovacioncauca/sites/default/files/convocatorias/2018/04A-2018-Proyectos-Conjuntos-UEES-I%2BD/Terminos-Referencia-04A-2018-Proyectos-UEES_I%2BD-consulta.pdf

Jimenez, A., Cardenas, P., Jimenez, F., Ruiz, R. & López, A. (2020). Cyber-physical

intelligent agent for irrigation scheduling in horticultural crops, computers and Electronics in Agriculture, Volume 178, Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105777>.

Lachman, J., & López, A. (2019). Innovation obstacles in an emerging high tech sector:

The case of precision agriculture in argentina. *Management Research*, 17(4), 474-493. Recuperado de: [Doi: 10.1108/MRJIAM-11-2018-0883](https://doi.org/10.1108/MRJIAM-11-2018-0883)

Larios, V. M., Michaelson, R., Virtanen, A., Talola, J., Maciel, R., & Beltran, J. R. (2019).

Best practices to develop smart agriculture to support food demand with the rapid urbanization trends in latin america. Paper presented at the 5th IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2019, 555-558. Recuperado de:

10.1109/ISC246665.2019.9071648 www.scopus.com

Ley 607 de 2000. Por medio de la cual se modifica la creación, funcionamiento y

operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria,

UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. 03 de agosto del 2000. Congreso de Colombia. Recuperado de:

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20607%20de%202000.pdf>

Ley 1341 de 2009. Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones - TIC-, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones. 30 de Julio de 2009. Congreso de Colombia. Recuperado de:

https://mintic.gov.co/portal/604/articles-8580_PDF_Ley_1341.pdf

López, A.J., Martínez, C.A., Ferro, R., Hernández, D. & Alonso, V. (2020). Network Traffic Modeling in a Wi-Fi System with Intelligent Soil Moisture Sensors (WSN) Using IoT Applications for Potato Crops and ARIMA and SARIMA Time Series. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/app10217702>

López, I., Grass, J., Figueroa, A., & Corrales, J. C. (2020). A proposal for a multi-domain data fusion strategy in a climate-smart agriculture context. International Transactions in Operational Research, Recuperado de: [10.1111/itor.12899](https://doi.org/10.1111/itor.12899)

Martinez, M. A. Q., Espinoza, H. F. V., Vazquez, M. Y. L., & Rios, M. D. G. (2020). Feasibility analysis proposal for an iot infrastructure for the efficient processing of data in agriculture, case study on cocoa. RISTI - Revista Iberica De Sistemas e Tecnologias De Informacao, 2020(E32), 413-426. Recuperado de:

<http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=85094874881&partnerID=8YFLog>

[xK](#)

- Mazon, B., Hernández, D., Maza, J., & Pan, A. (2018). Rules engine and complex event processor in the context of internet of things for precision agricultura. Computers and Electronics in Agriculture. Volume 154. Pages 347-360, ISSN 0168-1699, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.013>.
- Mejia, R. (2003). “Éxitos y fracasos de la federación nacional de cafeteros de Colombia en la prestación de los servicios de asistencia técnica”. Ponencia FODEPAL. Federación Nacional de Cafeteros. Antigua, Guatemala. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/proyecto/fodepal/Bibvirtual/PSF/doc/Rub%E9n%20Mej%EDa.pdf
- Meneses, D. (2020). Agenda Cafetera. Recuperado de: <https://www.facebook.com/244191116063504/videos/549800059062054>
- Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones -MinTIC- (2020) Brecha Digital. Bogotá. Recuperado de: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/5467:Brecha-Digital>
- Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones -MinTIC- (2016) Internet de las cosas. Investigación, Desarrollo e Innovación. Bogotá.
- Monge, R., Alfaro, C., y Alfaro, J. (2005). Tics en las PYMES de Centroamérica, Impacto de la adopción de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas, (Primera ed.), Editorial Tecnológica de Costa Rica. [Versión PDF Document). Costa Rica. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/263009109_TICs_en_las_Pymes_de_Centroamerica_Impacto_de_la_adopcion_de_las_tecnologias_de_la_informacion_y_la_comunicacion_en_el_desempeno_de_las_empresas

Mora, H., Salas, A., García, J., Rincón, Zarate, S., Mejía, L., Portilla, D y Rubiano, A.

(2017). Usabilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y consumo digital en el sector agropecuario colombiano. México. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/342533753_Usabilidad_de_las_Tecnologias_de_la_Informacion_y_la_Comunicacion_y_consumo_digital_en_el_sector_agropecuario_colombiano

Morejón, A. (2015). Fundamentos teóricos de la transferencia de tecnología. Recuperado

de: <https://www.gestiopolis.com/fundamentos-teoricos-de-la-transferencia-de-tecnologia/>

Montoya, A. & Rendón, O.M.C. (2020). An Approach Based on Fog Computing for Providing Reliability in IoT Data Collection: A Case Study in a Colombian Coffee Smart Farm. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/app10248904>.

Montoya, A., Rodriguez, C y Rodriguez, J. (2020). Tecnologías digitales para una caficultura inteligente. Recuperado de:

<https://www.facebook.com/244191116063504/videos/181182269716569>

Muñoz, C., Huircan, J., Huenupan, F., & Cachana, P. (2020). PTZ camera tuning for real time monitoring of cows in grazing fields. Paper presented at the 2020 IEEE 11th Latin American Symposium on Circuits and Systems, LASCAS 2020,

doi:10.1109/LASCAS45839.2020.9068964 Recuperado de: www.scopus.com

Organisation For Economic Cooperation And Development -OECD- (2019): “Estrategia de Competencias de la OCDE 2019, Competencias para construir un futuro mejor”.

Edición en Español Fundación Santillana. Recuperado de:

<https://www.oecd.org/skills/OECD-skills-strategy-2019-ES.pdf>

Organisation For Economic Cooperation And Development -OECD- (2004): “Regulatory reform as a tool for bridging the digital divide”, *OECD Digital Economy Papers*, nº 90. Recuperado de: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/34487084.pdf>

Organisation For Economic Cooperation And Development -OECD- (2001): “Understanding the Digital Divide”, *OECD Digital Economy Papers*, nº 49. Recuperado de: <https://www.oecd.org/sti/1888451.pdf>

Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). (2005). Intercambiar valor. Negociación de acuerdos de licencia de tecnología. Manual de capacitación. Recuperado de: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/licensing/906/wipo_pub_906.pdf

Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). (2020). Transferencia de Conocimiento. Recuperado de: https://www.wipo.int/about-ip/es/universities_research/ip_knowledgetransfer/faqs/

Pacini, E., Iacono, L., Mateos, C., & García Garino, C. (2019). A bio-inspired datacenter selection scheduler for federated clouds and its application to frost prediction. *Journal of Network and Systems Management*, 27(3), 688-729. [doi:10.1007/s10922-018-9481-0](https://doi.org/10.1007/s10922-018-9481-0)

- Pereira, W. F., Fonseca, L. D. S., Putti, F. F., Góes, B. C., & Naves, L. D. P. (2020). Environmental monitoring in a poultry farm using an instrument developed with the internet of things concept. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170 doi:10.1016/j.compag.2020.105257
- Ponce, H. & Gutiérrez, S. (2019). An indoor predicting climate conditions approach using Internet-of-Things and artificial hydrocarbon networks, *Measurement*, Volume 135, Pages 170-179, ISSN 0263-2241, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.11.043>.
- Quintero S., Marín B., Cubillos, S., Ruiz, W y Giraldo, D. (2019) Avocado and Coffee Supply Chains Specialization in Colombia. *Procedia Computer Science*, Volume 158. Pages 573-581, ISSN 1877-0509, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.091>.
- Rodríguez, A. (2006) La brecha digital y sus determinantes. UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas. México. Recuperado de: http://ru.ibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/L100/1/brecha_digital_y_determinantes.pdf
- Rodríguez, J. (2003). Paradigmas, Enfoques y Métodos en la Investigación Educativa. *Investigación Educativa*, [S.l.], v. 7, n. 12, p. 23 - 40, jun. 2014. ISSN 1728-5852. Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/8177>.
- Saez, M. & Ferraz, R. (2020). Tools and techniques to mitigate communications failures in iot projects (internet of things) in area with smart irrigation in “sustainable

farming”. Revista Gestão & Tecnologia, Recuperado de:

<https://doi.org/10.20397/2177-6652/2020.v20i3.1843>.

Santana, C., Andrade, L. & Delicato, F.C. et al. (2020). Increasing the availability of IoT applications with reactive microservices. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1007/s11761-020-00308-8>.

Sinnaps (2019). Metodología Scrum. España. Recuperado de:

<https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/agile-scrum>

Solarte, D. (2021). Minuta de contrato para procesos de transferencia tecnológica. Asesora legal. Popayán-Cauca. Colombia.

Swinnen, J y Kuijpers, R. (2019). Value chain innovations for technology transfer in developing and emerging economies: Conceptual issues, typology, and policy implications, Food Policy. Volume 83, Pages 298-309, ISSN 0306-9192,

Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.07.013>

Talavera, M., Tobón, L., Gómez, J., Culman, M., Aranda, J., Parra, T., Quiroz, L., Hoyos, A. & Garreta, L. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 142, Part A, 2017, Pages 283-297, ISSN 0168-1699, Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.015>.

Tovar, J., Solórzano, J., Badillo, A. & Rodríguez, G. (2019). Internet of things applied to agriculture: actual state. Lámpsakos, (22), pp. 86-105. Recuperado de:

<https://doi.org/10.21501/21454086.3253>.

- Trello (2018). Cómo implementar la metodología ágil Scrum en Trello para tu equipo de desarrollo. Recuperado de: <https://blog.trello.com/es/metodologia-scrum-agiles>
- Trigo, E. J. y Elverdin P. (2019). Los sistemas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos escenarios de ciencia y tecnología. -2030- Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe. Documento n° 19. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca5124es/ca5124es.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2017). Regalías para fortalecer ciencia, tecnología e innovación como motor de desarrollo regional. Una estrategia que requiere reestructurarse. *Claves para el debate público No. 67*. Noviembre de 2017. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://agenciadenoticias.unal.edu.co/uploads/media/Claves_Digital_No-67.pdf
- Urquiola, A. (2004). Algunas Consideraciones Sobre la Transferencia de Tecnología: En Tecnología y Sociedad – Cuba: Editorial Félix Varela.
- Vallejo, L. (2019). El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: ‘Pacto por Colombia, pacto por la equidad’. *Apuntes del enes, 38* (68). Recuperado de: <https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.9924>
- Velazquez, J., y Gallego, A., (2017). Propuesta metodológica para medir el grado de transferencia tecnológica en la mediana empresa del Sector de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. Volumen especial - E-ISSN: 2248- 762X. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Recuperado de:

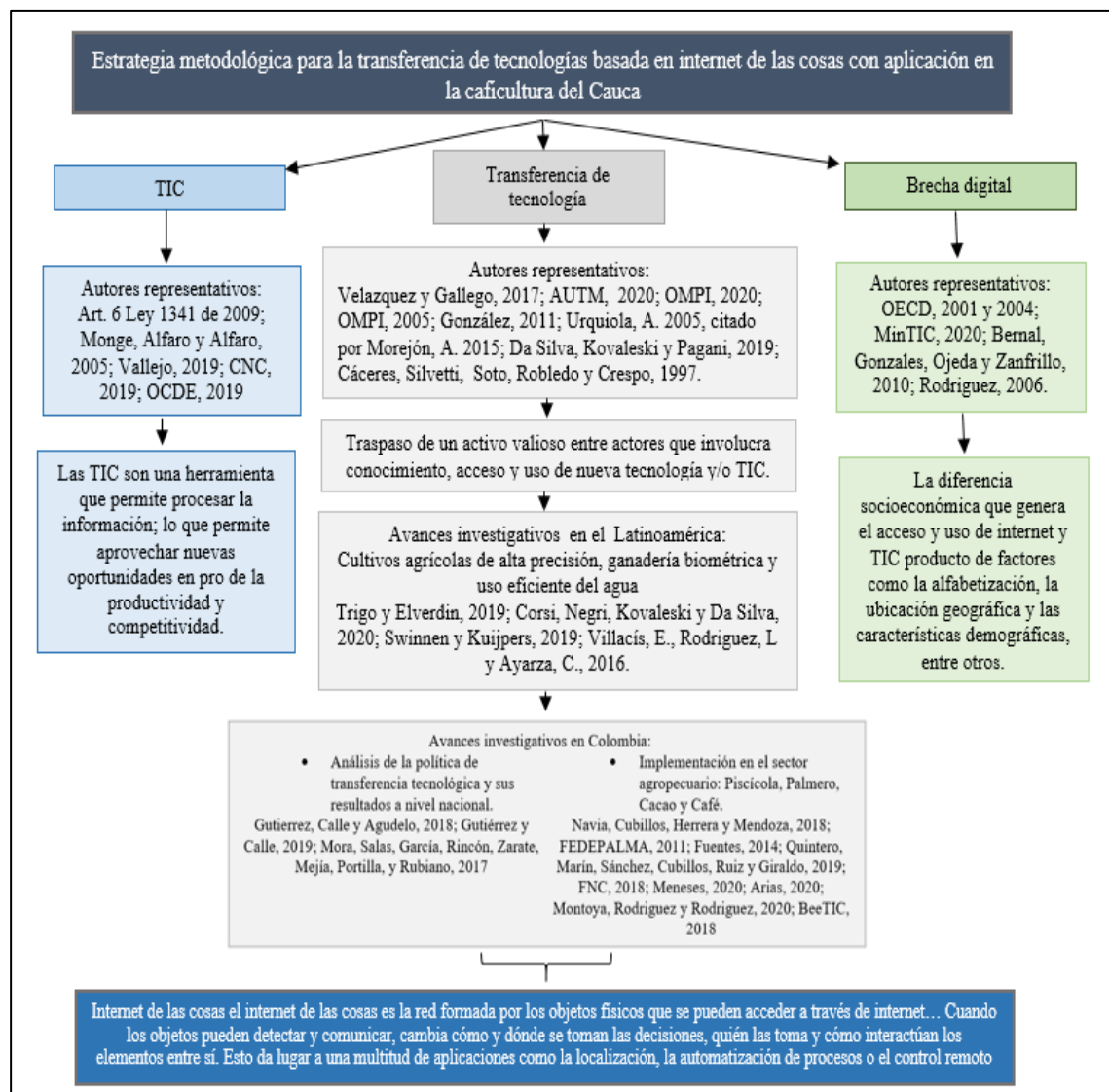
Villacís, E., Rodríguez, L y Ayarza, C., (2016). The Technology Transfer Systems in Communities, Product Versus Processes, Procedia Engineering, Volume 145, Pages 364-371, ISSN 1877-7058, Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.091>.

Zarzosa, M., Auccapuri, D., & Paco, J. (2020). Design and development of a multi-protocol and multi-function datalogger for measuring hydric balance in a forest environment. Paper presented at the Proceedings of the 2020 IEEE Engineering International Research Conference, EIRCON 2020, Recuperado de:

[10.1109/EIRCON51178.2020.9254022](https://doi.org/10.1109/EIRCON51178.2020.9254022) www.scopus.com

A. Anexo. Mapa conceptual del marco teórico



Fuente: Elaboración propia.

B. Anexo. Ficha Técnica

Idioma: Español	
Palabras clave	Ecuación da búsqueda
Internet de las cosas	“Internet de las cosas” y “Agricultura” o “Café” y “América Latina”
Agricultura	
Café	
América Latina	

Fuente: Elaboración propia

Idioma: Inglés	
Palabras clave	Ecuación da búsqueda
Internet of things	“Internet of things” and “Agriculture” or “Coffee” y “Latin America”
Agriculture	
Coffee	
Latin America	

Fuente: Elaboración propia

C. Anexo. Formato de encuesta

caracterización socioeconómica y análisis de brechas digitales en el sector cafetero del Cauca.

La siguiente encuesta tiene como objetivo realizar una caracterización socioeconómica y análisis de brechas digitales de los caficultores en el Cauca en el marco de la investigación: “Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca” para optar por el título de magister en Innovación de la Universidad EAN.

Fecha:	Municipio/Vereda:	Encuesta No:
Finca:	Nombre encuestado:	Cel:

INFORMACIÓN GENERAL

1. Composición del hogar:

No. Hombres:	Edades:	No. Mujeres:	Edades:
Menores por rangos de edad (Si los hay): 0-5 años		6-10 años	11-17 años
Presencia de adultos mayores: SI NO		¿Cuántos? (Si los hay):	

2. Educación: Nivel más alto de educación alcanzado por cada uno de las personas que conforman el hogar:

	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnico	Tecnólogo	Otro ¿Cuál?
Jefe de Hogar						
Persona 2						
Persona 3						
Persona 4						
Persona 5						
Persona 6						

3. Situación de empleo: ¿Cuál es la situación actual de empleo del Jefe de hogar?

Desempleado	Empleado	Independiente	Jornalero	Pensionado
Número de personas que trabajan en su hogar:				

4. Ingresos: ¿Cuál es el nivel de ingresos promedio mensual del hogar?

Menor a 1 SMLMV	Entre 1 y 2 SMLMV	Mayor a 2 SMLMV
¿Cuántas personas dependen económicamente del jefe de hogar?		

5. Vivienda:

Tipo de vivienda:	Casa	Rancho	Otra ¿Cuál?		
Modalidad de vivienda:	Propia	Arriend o	Familiar	Otra ¿Cuál?	
Material en que está construida la vivienda:	Zinc	Eternit	Guadúa	Esterilla	Ladrillo
Otros ¿Cuáles?					

6. Servicios públicos:

¿Qué tipo de servicios públicos tiene la vivienda?							
Agua	Energía	Teléfono	Alcantarillado	Gas	Internet	Televisión	Radio

FINCA

Extensión de la finca (hectáreas):	Área sembrada en café (hectáreas):
¿Qué variedad(es) de café produce en su finca?:	
¿Qué otros productos producen en su finca para comercializar?: Aguacate Plátano	
Maíz	Yuca
Cacao	Caña Otros, ¿Cuáles?:

7. ¿Cómo se entera de los precios de venta del café? _____

8. ¿Dónde comercializa su café? _____

9. ¿Conoce y utiliza los conceptos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)? Si__ No__

10. ¿Cuál es el costo de los insumos aplicados por año por área de café cultivado? _____ NS/NR_____

USO DE TECNOLOGÍA

¿Tiene acceso a internet?	SI	NO	¿Cuánto paga por el servicio?
¿Tiene acceso telefonía móvil?	SI	NO	¿Cuánto paga por el servicio?
Número de equipo de computación en el hogar:			
¿Utiliza o ha utilizado los centros de acceso público a internet?			
	SI	NO	

11. ¿Quiénes son los miembros del hogar que más acceden a internet y cuál es la frecuencia con que acceden a internet (diario, semanal, mensual)?

12. ¿En el último mes usted o algún miembro del hogar ha hecho uso del internet a través de algún dispositivo electrónico? SI__ NO__; ¿Cuál?

13. Si ud o algún miembro del hogar usa internet: ¿cuál es el lugar donde usa internet con más frecuencia?

Hogar	Trabajo	Institución Educativa	Centro público
Sala de Internet	Otro, ¿cuál?		

14. ¿Qué actividades realiza(n) en internet? (Puede ser múltiple respuesta)

Trabajar	Consultar info.	Jugar	Ver Videos	Correo electrónico	Redes sociales
Otros, ¿cuál?					

<p>¿Ha participado en actividades de fortalecimiento tecnológico (Uso de TIC's) para la producción de café? SI NO En caso afirmativo, ¿Qué institución(es) realizó la actividad?:</p> <p>¿Ha utilizado alguna aplicación móvil o web para la producción de café? SI__ NO__</p> <p>En caso afirmativo, ¿Usa algún aplicativo actualmente? SI__ NO__ ¿Cuál?</p> <p>_____</p> <p>¿Qué es lo que más le llama la atención de dicho aplicativo?</p> <p>_____</p> <p>¿Qué no le gusta?</p> <p>_____</p> <p>¿Qué considera usted que se podría mejorar?</p> <p>_____</p>

Fuente: Elaboración propia.

D. Anexo. Entrevistas a expertos del sector

cafetero: contexto tecnológico e

infraestructura del sector cafetero en el Cauca.

La siguiente entrevista tiene como objetivo indagar sobre el contexto tecnológico e infraestructura del sector cafetero del Cauca en el marco de la investigación: “Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca” para optar por el título de magister en Innovación de la Universidad EAN. El tipo de entrevista es abierta y tendrá como referencia las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las principales fortalezas en infraestructura que tiene el sector cafetero del Cauca?
2. ¿Cuáles son las principales debilidades en infraestructura que tiene el sector cafetero del Cauca?
3. ¿Cuál es el avance tecnológico en el uso de TIC que ha realizado el sector cafetero en los últimos 5 años?
4. ¿Cuáles son los principales retos tecnológicos que tiene el sector cafetero para los próximos 5 años?
5. ¿Qué estrategias se han direccionado desde su organización (FNC o Tecnicafé) para promover el uso de TIC en los procesos productivos de los caficultores del Cauca?
6. ¿Actualmente están trabajando en algún proyecto que se relacione con el tema de cierre de brechas tecnológicas para los caficultores del Cauca?

Fuente: Elaboración propia

E. Anexo. Observación directa

Fecha: _____

Lugar: _____

Actor bajo observación: _____

Actividad:

Descripción de los hechos:

Comentario

Fuente: Elaboración propia

F. Anexo. Entrevistas a expertos del sector cafetero: Identificación de buenas prácticas para la transferencia de tecnologías en el sector cafetero del Cauca.

La siguiente entrevista tiene como objetivo indagar sobre las buenas prácticas para la transferencia de tecnología en el sector cafetero del Cauca en el marco de la investigación: “Estrategia metodológica para la transferencia de tecnologías basadas en internet de las cosas con aplicación en la caficultura del Cauca” para optar por el título de magister en Innovación de la Universidad EAN. El tipo de entrevista es abierta y tendrá como referencia las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles han sido los principales avances de sector cafetero en relación con la transferencia de TIC en el Cauca en los últimos 5 años?
2. ¿Cuáles son los desafíos que debe superar los caficultores del Cauca para implementar procesos exitosos de transferencia tecnológica?
3. ¿Qué actividades ha desarrollado su organización (FNC, Tecnicafé) relacionadas con el tema de transferencia de TIC al sector cafetero en el departamento del Cauca?
4. ¿Cómo visualiza la transferencia de TIC al sector cafetero en los próximos 5 años?
5. ¿Qué elementos considera indispensable para realizar un proceso de transferencia de TIC contextualizado a la realidad de la caficultura caucana?

Fuente: Elaboración propia.

G. Anexo. Ciclos cortos de validación.

Actividad	Pendiente	En progreso	Revisado	Hecho

Fuente: Trello

H. Anexo. Aplicación de IoT en el sector

agrícola de Latinoamérica (SCOPUS)

PAIS	Publ*	AÑO	TITULO DE LA PUBLICACIÓN	AUTOR/AUTORES
BRASIL	4	2020	Environmental monitoring in a poultry farm using an instrument developed with the internet of things concept.	Pereira, Fonseca, Putti, Góes & Naves.
		2020	Supply chain 4.0 challenges.	de Campos M, Simon & de Campos.
		2019	A 20mV rectifier for boosting internet of natural things (IoNT).	De Souza, Villarim & Baiocchi.
		2019	Using agrometeorological data to assist irrigation management in oil palm crops: A decision support method and results from crop model simulation.	Culman, de Farias, Bayona & Cabrera.
CHILE	4	2020	PTZ camera tuning for real time monitoring of cows in grazing fields.	Munoz, Huircan, Huenupan & Cachana.
		2020	IoT for agribusiness: An overview.	Grimblatt.
		2019	Emerging, and old, dilemmas for food security in Latin America.	Espinosa, Feregrino & Isla.
		2018	Big data /IoT use in wine production: A systematic mapping study.	Cravero, Lagos & Espinosa.
COLOMBIA	3	2020	A proposal for a multi-domain data fusion strategy in a climate-smart agriculture context.	López, Grass, Figueroa & Corrales.
		2019	PH measurement IoT system for precision agriculture applications.	Archbold, Beltran, Ruiz, Narducci, Mendez, Trujillo & Mouazen.
		2019	Path loss determination using linear and cubic regression inside a classic tomato greenhouse.	Cama, D., Damas, Holgado, Gómez & Cama, A.
COSTA RICA	3	2019	Standalone fuzzy logic controller applied to greenhouse horticulture using internet of things.	Carrasquilla & Chacón.
		2017	Proposal of a fuzzy logic controller for the improvement of irrigation scheduling decision-making in greenhouse horticulture.	Carrasquilla & Chacón.
		2017	IoT applications: On the path of Costa Rica's commitment to becoming carbon-neutral.	Carrasquilla, Chacon, Solorzano & Guerrero.
PERÚ	2	2020	Design and development of a multi-protocol and multi-function datalogger for measuring hydric balance in a forest environment.	Zarzosa, Auccapuri & Paco.
		2019	IoT automated orchard in a domestic environment.	Choque, Linares, Alcorta, Alva & Prado.
MÉXICO	2	2019	Best practices to develop smart agriculture to support food demand with the rapid urbanization trends in Latin America	Larios, Michaelson, Virtanen, Talola, Maciel & Beltran
		2019	Architecture proposal for low-cost hydroponic IoT based system	Evelyn, Montiel, Chadwick & Menchaca.
ARGENTINA	2	2019	A bio-inspired datacenter selection scheduler for federated clouds and its application to frost prediction	Pacini, Iacono, Mateos & García Garino.
		2019	Innovation obstacles in an emerging high tech sector: The case of precision agriculture in Argentina	Lachman & López
PANAMÁ	1	2019	Smart farming: A potential solution towards a modern and sustainable agriculture in Panama.	Collado, Fossatti, & Saez.
ECUADOR	1	2020	Feasibility analysis proposal for an IoT infrastructure for the efficient processing of data in agriculture, case study on cocoa.	Martinez, Espinoza, Vazquez & Rios.

Publ*: Número de publicaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos SCOPUS.

I. Anexo. Aplicación de IoT en el sector agrícola de Latinoamérica (WOS)

PAIS/PAISES	Publ*	AÑO	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	AUTOR/AUTORES
COLOMBIA	5	2020	An Approach Based on Fog Computing for Providing Reliability in IoT Data Collection: A Case Study in a Colombian Coffee Smart Farm.	Montoya & Rendón.
		2020	A cyber-physical intelligent agent for irrigation scheduling in horticultural crops, computers and Electronics in Agriculture.	Jiménez. A., Cárdenas, Jiménez, F., Ruiz & López.
		2020	Network Traffic Modeling in a Wi-Fi System with Intelligent Soil Moisture Sensors (WSN) Using IoT Applications for Potato Crops and ARIMA and SARIMA Time Series.	López, Martínez, Ferro, Hernández & Secades.
		2019	Internet of things applied to agriculture: actual state.	Tovar, Solórzano, Badillo & Rodríguez.
		2017	Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields, Computers and Electronics in Agriculture.	Talavera, Tobón, Gómez, Culman, Aranda, Parra, Quiroz, Hoyos & Garreta.
BRASIL	3	2020	Tools and techniques to mitigate communications failures in iot projects (internet of things) in area with smart irrigation in "sustainable farming".	Saez & Ferraz.
		2020	Low-cost and versatile sensor based on multi-wavelengths for real-time estimation of microalgal biomass concentration in open and closed cultivation systems.	Rúben Christian Barbosa, Jimmy Soares, Marcio Arêdes Martins.
		2019	AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops, Computers and Electronics in Agriculture.	Dos Santos, Pessin, Da Costa & Da Rosa Righi.
MEXICO	3	2020	Internet of things for smart farming and frost intelligent control in greenhouses.	Castañeda & Castaño.
		2020	Applications of Artificial Neural Networks in Greenhouse Technology and Overview for Smart Agriculture Development.	Escamilla, Soto, Toledano, Rivas & Gastélum.
		2019	An indoor predicting climate conditions approach using Internet-of-Things and artificial hydrocarbon networks, Measurement.	Ponce & Gutiérrez.
ARGENTINA	1	2019	Innovation obstacles in an emerging high tech sector: The case of precision agriculture in Argentina	Lachman & López.
COSTA RICA	1	2016	Simple and multiple regression: application in the prediction of natural variables related to microalgae growing process.	Carrasquilla, Chacón, Núñez, Gómez, Valverde & Guerrero.
ECUADOR	1	2018	Rules engine and complex event processor in the context of internet of things for precision agriculture.	Mazon, Hernández, Maza & Pan.
BRASIL & COLOMBIA	1	2020	Increasing the availability of IoT applications with reactive microservices.	Santana, Andrade, Delicato, F.C. <i>et al.</i>
BRASIL & PARAGUAY	1	2020	Automatic Detection and Monitoring of Insect Pests-A Review	Cardim, Damascena, Valero, Pereira & Gonçalves.
COLOMBIA, ECUADOR, ARGENTINA, PERU & VENEZUELA	1	2019	Woodv vegetation dynamics in the tropical and subtropical Andes from 2001 to 2014: Satellite image interpretation and expert validation	Aide, Grau, Graesser, et al.

Publ*: Número de publicaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos WOS.

J. Anexo. Minuta de contrato para procesos de transferencia tecnológica

CONTRATO DE _____¹⁷
ENTRE
(TITULAR DE DERECHOS DE EXPLOTACIÓN)

Y
(DESTINATARIO)¹⁸

El día ____ de ____ del año ____, entre _____, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía No. _____ de _____, (quien actúa en calidad de representante legal de la Sociedad o en su propio nombre y representación) _____; dirección _____, NIT/C.C _____; quien para efectos de este contrato se denominará _____, de una parte; y de la otra _____, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía No. _____ de _____, (quien actúa en nombre y representación legal de la Sociedad o en su propio nombre y representación), con _____ y que para efectos de este contrato se denominará _____, quienes acreditan su facultad para contratar con los respectivos certificados de existencia y representación legal que se entienden incorporados a este documento; se ha convenido celebrar el presente **CONTRATO DE _____ DE LA (ACTIVO DE PROPIEDAD INTELECTUAL)¹⁹**, el cual se celebrará previas las siguientes:

CONSIDERACIONES: PRIMERA. - _____ es una empresa cuyo objeto social principal lo constituye _____, interesada en adquirir /autorización de uso del **Activo de PI** _____ con fines comerciales.

SEGUNDA- Por su parte, _____, en su calidad de titular de los derechos patrimoniales sobre **Activo de PI** _____, se encuentran interesados en **Modalidad de Contrato** _____ los derechos de explotación del activo de

¹⁷ Modalidad de Contrato: De acuerdo a la modalidad contractual de transferencia, deberá ajustarse la minuta a la seleccionada. Son modalidades habituales: La cesión y el Licenciamiento.

¹⁸ Conforme la Modalidad contractual las partes se denominarán: i) Contrato de Cesión: Cedente/ Cesionario, ii) Contrato de Licencia: Licenciante/ Licenciatario

¹⁹ Activo de PI: Podrán ser objeto de transferencia diversas modalidades de resultados y/o activos de propiedad intelectual, por lo cual deberá especificarse de que tipo de activo se trata, ej: Derechos de Autor o Propiedad Industrial/ Patente – Marca- Método o Metodología, etc.

propiedad intelectual. **TERCERO.-** La _____ **Activo de PI** _____ es una solución que _____ **Descripción** _____²⁰.

En consideración a lo anterior, las partes han acordado celebrar el presente contrato mediante el cual se establecerán las condiciones de _____ **Modalidad de Contrato** _____ y que se regirá por las siguientes:

CLÁUSULAS

CLÁUSULA PRIMERA – DEFINICIONES²¹: “(...)

CLÁUSULA SEGUNDA – OBJETO Y ALCANCE DEL CONTRATO. El presente contrato tiene por objeto _____ **Modalidad de Contrato** _____ de _____ **Activo de PI** _____ aplicable al Sector (de aplicar alguna restricción de aplicación) , por el término de duración de este contrato conforme las condiciones que se describen a continuación:

Condición	Descripción	SI/ NO
*Derechos de Exclusiva ²²	No exclusiva /Exclusiva	
*Derecho de Cesión o transferencia del contrato (Licencia) ²³	No Cesión/ Si Cesión Transferible /Intransferible	
Territorialidad	Municipio/ Departamento/ Región/ país / Continente / países específicos	
Ejercicio del derecho	Por cuenta propia y/o por encargo	

²⁰ Descripción: Podrá describirse brevemente la funcionalidad principal del activo de Propiedad intelectual, según corresponda.

²¹ Glosario o Definiciones: En los contratos de Transferencia de tecnología o conocimiento, se recomienda incluir una sección destinada a definir términos o conceptos que serán utilizados y respecto de los cuales se requiere que exista claridad sobre su significado y alcance.

²² Exclusividad: Figura aplicable a los contratos de Licenciamiento relacionada con la autorización o no, de licenciar el activo de PI a terceros distintos del suscriptor del contrato y/o respecto de derechos/ territorios etc. distintos.

²³ Cesión del contrato: concepto aplicable a cualquiera de las modalidades de transferencia de la PI que se refiere a la potestad o no, de ceder a un tercero el cumplimiento del contrato en las mismas condiciones inicialmente pactadas.

*Sublicencia ²⁴	Autorizada /No autorizada	
Sector productivo o tecnológico de aplicación	De aplicar	
Derechos Patrimoniales (Cedidos/ Licenciados) licenciados	Derecho de Autor Derecho de Propiedad Industrial ^{*25}	

2.1 – ALCANCE: 2.1.1²⁶

CLÁUSULA TERCERA – TERRITORIO²⁷: La autorización de uso/ cesión se realiza para todo el territorio: _____

CLÁUSULA CUARTA- OBLIGACIONES DEL (Contratista) _____: En virtud del presente contrato, **EL** _____ se obliga para con **EL** _____ a: **(a)** Reconocer y pagar oportunamente los costos facturados derivados de _____, en los montos y términos acordados en el presente contrato. **(b)** Atender las recomendaciones y/o atender a las sesiones de capacitación que imparta el _____. **(c)** Informar oportunamente a **EL** _____, sobre cualquier uso no autorizado **(d)** No utilizar _____ **Activo de PI** _____ para fines distintos y/o sectores diferentes del descrito en el presente contrato. **(e)** ²⁸ El _____ asume obligaciones relacionadas con la adquisición o renovación de licencias de uso de aplicar, y por la vulneración de derechos de terceros derivadas de omisión en la adquisición de derechos de uso respectivos que no hayan sido garantizados por el (Cedente/ Licenciante) **(f)** otras.

²⁴ Sublicencia: Concepto aplicable a contratos de Licenciamiento referente a la potestad o no, de sublicenciar el derecho inicialmente licenciado a terceros, con o sin autorización del Licenciante.

²⁵ Derechos de Autor/Derechos de Propiedad Industrial: Teniendo en cuenta la dualidad de derechos de Propiedad Intelectual, deberán especificarse que tipos de derechos Patrimoniales serán Cedidos o Licenciados

²⁶ Alcance: Determinación del alcance de los derechos Cedidos o Licenciados en términos de: Licencia: i) Usos autorizados ii) Ámbito de aplicación, iii) Titularidad obra derivada, iv) Exclusiones

²⁷ Territorio: Tanto la cesión como el licenciamiento requiere que se defina el territorio en el cual operará el derecho de explotación, debiéndose definir claramente el mismo.

²⁸ Licencias: En determinados casos los activos de PI pueden hacer uso de elementos que han sido licenciados a terceros para poder ser utilizados conjuntamente con la obra o la invención. Será importante determinar en cada caso si el activo objeto de contrato tiene un único titular o si requiere para su uso o explotación, la adquisición, renovación o en todo caso autorización de uso de elementos adicionales, conexos o incluso esenciales para su implementación, uso y explotación.

CLÁUSULA QUINTA - OBLIGACIONES DEL (Titular) _____. En virtud del presente contrato, **EL _____** se obliga a: **(a) _____ Modalidad Contractual _____** el **_____ Activo de PI _____** en los términos y condiciones dispuestos en el presente contrato y sus anexos. **(b)** Realizar la socialización y/o capacitación de requerirse, en los términos acordados entre las partes **(c)** Garantizar el uso/explotación/implementación sin que se genere violación de derechos de autor de terceros. **(d)** Otorgar garantía de titularidad de derechos patrimoniales sobre la obra y/o contar con las respectivas licencias de uso sobre elementos que no sean de su titularidad. **(e)** Prestar asesoría cuando resulte indispensable para la correcta implementación o explotación.

ASISTENCIA TÉCNICA: Para efectos de una correcta implementación de _____ **Activo de PI _____**, el _____ prestará asistencia técnica en las condiciones que se describen a continuación:

- i) Número de sesiones
- ii) Presencialidad /Virtualidad
- iii) Participantes
- iv) Otras condiciones

CLÁUSULA SEXTA – VALOR Y FORMA DE PAGO: El valor total del presente contrato es de _____ (\$ _____), IVA incluido.

FORMA DE PAGO.- El _____ efectuará el pago _____²⁹, previa presentación de factura con el lleno de requisitos legales. El pago se realizará dentro de los _____ días siguientes a la presentación de _____ **Título para pago**³⁰ _____,

Medio de Pago _____³¹ a la siguiente _____:

(Información para pago)

CLÁUSULA SÉPTIMA – DURACIÓN DEL CONTRATO³², **SU PRÓRROGA y/o MODIFICACIÓN.** La _____ **Modalidad Contractual _____** se otorga por un plazo de _____

²⁹ Forma de Pago: La fijación de la forma de pago dependerá del acuerdo entre las partes. Podrán fijarse pagos parciales, pago total o una modalidad de participación en regalías generadas por la explotación del derecho.

³⁰

³¹ Medio de pago: podrán fijarse modalidad por acuerdo entre las partes, bien sea mediante transferencia bancaria aportando la información correspondiente, pago en efectivo u otro.

³² Duración: Es un requisito esencial del contrato cualquiera sea la modalidad de transferencia. Para el caso de la Cesión de derechos, es importante tener en cuenta que la misma puede pactarse por un plazo determinado o de manera definitiva por el término de duración de los derechos de propiedad intelectual. En el caso de contratos de licencia lo habitual será realizar Licenciamientos delimitados en el tiempo, con opción de prórroga.

_____ meses/años, contado a partir de la formalización del presente contrato.

PRORROGA- El presente contrato podrá prorrogarse: i) De manera tácita o automática por el término inicial, salvo que una de las partes exprese su intención inequívoca de no renovar dentro de un plazo no inferior a treinta (30) días calendario previo el vencimiento. ii) A solicitud del _____. iii) Por acuerdo entre las partes. La prórroga y/o cualquier modificación al presente contrato deberá constar en documento adicional suscrito por las partes.

CLÁUSULA OCTAVA - TERMINACIÓN DEL CONTRATO. Son causales de terminación del contrato: **(a)** El mutuo acuerdo entre las partes expresado por escrito. **(b)** La imposibilidad de ejecución por fuerza mayor o caso fortuito. **(c)** La disolución de la persona jurídica, su concurso liquidatorio o liquidación obligatoria, o los embargos judiciales a sus bienes cuando a juicio de _____ afecten de manera grave el cumplimiento del contrato. **(d)** El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones del contrato incluidos deberes de confidencialidad y respeto de derechos de propiedad intelectual. **(e)** Petición de terminación anticipada del contrato con antelación no inferior a ____ días calendario. **(f)** El incumplimiento de la obligación de pago por parte de **EL** _____, del precio pactado en el presente contrato o de cualquiera de las obligaciones descritas, incluido el deber de confidencialidad. g) Por el uso indebido y/o desconociendo las condiciones dispuestas en este contrato. **PARÁGRAFO PRIMERO. -**

EFFECTOS DE LA TERMINACIÓN DEL CONTRATO: De terminar el contrato por cualquiera de las causas previstas: **(i)** **EL** _____ deberá cesar en la explotación del _____ **Activo de PI** _____.

CLÁUSULA NOVENA- CONFIDENCIALIDAD Y DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL. Cada parte se compromete a no utilizar o revelar la información confidencial de la otra parte o de terceros, que llegue a su conocimiento en razón o en virtud de este contrato. Se entenderá información confidencial, toda aquella información que haya sido catalogada o no expresamente como tal, y en todo caso, que no sea de conocimiento general, así como la información que no haya sido hecha pública y/o haya sido divulgada voluntariamente por su titular por cualquier medio conocido o por conocerse, salvo las excepciones de ley.

Será catalogada como confidencial información referente a: conocimientos y datos técnicos y no técnicos relacionados con activos de propiedad intelectual, conceptos, ideas, bocetos, documentos, dibujos, modelos, invenciones, know how, métodos, técnicas, Algoritmos, reportes técnicos y científicos, datos derivados de procesos de

investigación, descubrimientos no publicados, desarrollos software, fórmulas, datos financieros, comerciales, de proveedores y clientes, planes de negocios y en general toda información que genere valor al titular.

La información confidencial podrá ser utilizada únicamente en relación con el objeto del presente contrato y no será accesible por terceros no vinculados, quienes deberán en todo caso conocer y asumir las obligaciones de confidencialidad aquí descritas. La violación del deber de confidencialidad faculta a su titular para accionar penal, civil y administrativamente al infractor, exigiéndose la respectiva indemnización por daños y perjuicios.

Las disposiciones de esta cláusula continuarán en pleno vigor y serán vinculantes para las Partes independientemente de la resolución del Contrato y las mismas aplican lo reglamentado en la Decisión 486 Art 260 sobre secreto empresarial, los pronunciamientos de la autoridad competente en materia de competencia desleal y demás que resulten aplicables.

La obligación de confidencialidad se extenderá hasta ____ años después de finalizado el presente contrato. ³³

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.³⁴- (Contenido y condiciones relativas a la titularidad, límites y excepciones dependerá de la Modalidad contractual)

CLÁUSULA DÉCIMA: GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS³⁵: Toda información, datos, bases de datos de cualquier naturaleza y en general, todo conocimiento incluido Know- How que llegue a ser suministrado y/o al que se haya accedido en el marco del

³³ Deber de confidencialidad: También podrá pactarse que el deber de confidencialidad se extienda hasta tanto la información conserve su naturaleza confidencial, aún si ha finalizado la vigencia del contrato.

³⁴ Derechos de PI: La titularidad de derechos de explotación varía ostensiblemente si se trata de contrato de Cesión o un Licenciamiento. Para el efecto habrá de tenerse en cuenta para definirlos: i) La Cesión implica la transferencia de titularidad al cesionario, y por ende derechos de explotación por el término estipulado en el contrato. En consecuencia el Cedente se desprende de sus derechos patrimoniales, para trasladarlos al Cesionario. ii) El Licenciamiento no implica transferencia de titularidad, solo la autorización de uso en los términos y por los plazos dispuestos en el contrato por lo cual no hay transferencia de titularidad de derechos.

³⁵ Tratamiento de Datos: Las condiciones del tratamiento de datos e información en general dependerán de la naturaleza de los mismos, y en consecuencia deben ajustarse al acuerdo específico celebrado. En todo caso, es relevante determinar que toda información que se haya recolectado de manera previa a la celebración del contrato, es de titularidad de su creador y en consecuencia se requiere para su uso o explotación, la debida autorización o licencia. Así mismo existen diferentes tipos de información y datos, de los cuales poseen especial tratamiento los datos personales a los cuales deberá siempre garantizarse un debido tratamiento de conformidad con la Ley aplicable.

presente contrato y que sea de la titularidad de terceros, continuará siendo propiedad exclusiva de estos, y en consecuencia se requiere para su uso y explotación de las debidas autorizaciones o licencias so pena de violación de derechos de autor y/o el cumplimiento de deberes de confidencialidad, según corresponda.

De otorgarse acceso a bases de datos contentivas de información de carácter personal, se deberá garantizar su tratamiento de conformidad con la Ley 1581 de 2012 en lo que resulte aplicable, y demás normas que la complementen o adicionen, contándose en todo caso con la respectiva autorización expresa y conocimiento de su destinación previamente emitida por el titular de la información.

BASES DE DATOS DERIVADAS³⁶: De generarse bases de datos y/o recolectarse información sea de carácter personal, comercial, estratégica o en general relacionada con el uso o implementación de _____ **Activo de PI**_____, la titularidad de la misma estará radicada en el _____y su gestión y tratamiento estará bajo su exclusiva responsabilidad.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA- AUDITORIA³⁷.- Con el fin de otorgar facultad para ejercer control del cumplimiento de los términos y condiciones acordadas en el presente contrato, las partes acuerdan: i) En caso de considerarse necesario por posible violación de obligaciones contempladas en el presente contrato, El _____ podrá realizar labores de auditoria observando en todo caso los deberes de confidencialidad estipulados. ii) De acreditarse un uso indebido y/o prohibido de _____ **Activo de PI**_____, procederá la imposición de las siguientes medidas a prevención: a) Resolución del contrato o suspensión temporal del mismo. c) Exigir el pago de contraprestación adicional que permita el restablecimiento del equilibrio de las prestaciones, c) Iniciar las acciones legales a que haya lugar.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA - CLÁUSULA PENAL PECUNIARIA: Se estipula como pena pecuniaria por incumplimiento de las obligaciones asumidas por las partes en el presente contrato que resulte objetivamente demostrable, un porcentaje igual al _____% del valor total del contrato. Lo anterior, sin perjuicio de la facultad que poseen

³⁶ Bases de Datos Derivadas: En procesos de transferencia de activos de PI es frecuente la generación de nueva información, conocimiento y datos. Dado que la generación de esa nueva información se desarrolla durante la vigencia del contrato, por regla general será titular de la misma quien gestiona su generación o recolección, sin perjuicio de que exista acuerdo en contrario.

³⁷ Auditoria: Es la facultad concedida al titular del derecho para que pueda verificar bajo ciertas condiciones de uso, explotación y/o resultados de la comercialización del activo de PI a fin de identificar si están siendo reportadas correctamente utilidades netas que repercuten en el cálculo de regalías pactadas como forma de remuneración, o en general si se cumplen los términos del contrato.

las partes de reclamar por vía judicial la indemnización por daños y perjuicios de haberse causado.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA. EXCLUSIÓN DE GARANTÍA Y DEFENSA³⁸. El _____ no ofrece garantía ni asume responsabilidad respecto de la consecución de resultados por la explotación de ____ Activo de PI____, relacionados con el alcance o el potencial comercial, la rentabilidad o ingresos que pudieran generarse por su uso o pérdida o daño que pudiera generar su incorrecta implementación o su no implementación, directa o respecto de terceros. Así mismo quedará eximido de asumir la defensa ante reclamación por infracción por parte de un tercero, por actos atribuibles al _____.

CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. – NOTIFICACIONES. Cualquier notificación o remisión de informes a las Partes deberá realizarse por alguno de los siguientes medios:

LICENCIANTE:

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

E-mail:

Ciudad:

LICENCIATARIO

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

E-mail:

Ciudad:

Parágrafo.- Cualquier parte puede cambiar la dirección que aquí se menciona, informando oportunamente a la otra parte sobre dicha modificación.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA – CLÁUSULA COMPROMISORIA. Las partes acuerdan que cualquier dificultad o diferencia que ocurran entre ellas con ocasión de la celebración, interpretación, alcance o aplicación, duración, validez, ejecución, liquidación o terminación de este contrato y que no hayan sido resueltas entre ellas mismas de manera amistosa en un plazo máximo de treinta (30) días calendario desde la solicitud de acuerdo y/o comunicación, serán sometidas a mecanismos alternativos de resolución de conflictos como la Conciliación o el arbitraje. De optarse por el arbitraje, se acuerda que

³⁸ Garantía: Se refiere a garantía de consecución de resultados ya sea técnicos o financieros, no garantía de correcto funcionamiento que puede igualmente pactarse. Por regla general, el titular del derecho de PI no se hará responsable de las pérdidas o daños que se llegue a ocasionar a terceros por la mala utilización, implementación o explotación del Activo de PI, siempre que los mismos no sean atribuibles al titular originario o derivado del derecho.

las controversias serán sometidas a un (1) árbitro nombrado por el Centro de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Comercio _____. El árbitro designado será un abogado inscrito, fallará en derecho y se regirá y someterá a las leyes colombianas.

PARÁGRAFO ÚNICO: los costos que se causen a raíz de la convocatoria arbitral corresponderán a la parte vencida. La aplicación de la cláusula compromisoria no implica la suspensión de las actividades del contrato y, por lo tanto, las partes deberán seguir con el cumplimiento de las obligaciones derivadas del mismo.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA- LEGISLACIÓN Y FUERO APLICABLE.- Se establece como legislación aplicable al presente contrato y cualquier controversia que pudiera surgir, la legislación Colombiana. Así mismo se establece competencia judicial en los jueces de la Republica de Colombia.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉPTIMA- DOMICILIO.- Para todos los efectos se determina como domicilio contractual la ciudad de _____ – Departamento _____ - Colombia.

Para constancia se firma en la ciudad de _____, a los _____ (__) días del mes de _____ de dos mil _____ (20____).

TITULAR DEL DERECHO
DERECHO

ADQUIRENTE DEL

Nombre / Identificación / Calidad en la que actúa³⁹

ANEXO NO. 1

Aspectos Relevantes a considerar en cualquier Contrato de transferencia de un activo de propiedad intelectual:

Existen diversas modalidades de transferencia de conocimiento y tecnología, y su selección deberá soportarse en estudios previos que permitan determinar que es la mejor estrategia de explotación del activo, identificando si se trata de derecho de autor o propiedad industrial según la clarificación dispuesta en el sistema de derecho Continental; o si se trata de la asistencia técnica o el licenciamiento del Know -How.

Dentro de las modalidades más habituales de transferencia se encuentran: i) El Licenciamiento, ii) Cesión de Derechos.

Seleccionada la modalidad, son elementos esenciales que deberá contener el acuerdo contractual será, entre otros los siguientes:

³⁹ Podrá actuarse en calidad de Representante Legal para el caso de persona jurídica, o a nombre propio en caso de persona natural.

i) Identificación clara de las partes y verificación de idoneidad: Se trate de contratos celebrados entre personas naturales o jurídicas, resulta fundamental identificar plenamente a las partes suscribientes y verificar en el caso de personas jurídicas, que el actor se encuentra facultado para la celebración del contrato, obligando a la empresa que representa.

ii) Objeto del contrato: El Objeto es un elemento esencial del contrato, en consecuencia deberá plantearse de manera clara, identificando plenamente el derechos de propiedad intelectual afectado y el alcance del derecho otorgado (Usos/ explotación con titularidad).

iii) Ámbito Territorial: La delimitación clara del territorio garantiza que no sobrevenga el abuso de la autorización de uso o explotación por vacíos interpretativos u omisiones. Al momento de fijar el ámbito territorial en el cual se podrá hacer uso del derecho otorgado, se deberá establecer detalladamente si se trata de un determinado Municipio – Departamento – país o países etc. La concesión de licencias Mundiales no resulta recomendable desde el punto de vista estratégico, en tanto la capacidad de uso o explotación de un derecho a nivel mundial resulta poco probable y podría limitar al titular la posibilidad de explotación. En caso de realizarse, debería verse reflejado directamente en el precio o monto a pagar o reconocer, según la modalidad de pago acordada.

iv) Fijación valor del contrato y forma de pago: Son múltiples las formas de negociación de derechos de propiedad intelectual. Podrán fijarse montos fijos para pago total anticipado, como canon inicial no reembolsable, montos periódicos o calculados sobre regalías (porcentajes sobre resultados obtenidos/ventas etc). El valor y forma de pago son elementos esenciales que sin embargo, pueden ser libremente negociados por las partes a fin de que exista un beneficio mutuo y una debida remuneración. A mayor amplitud de derechos concedidos, mayor debería ser la remuneración.

v) Duración: La fijación temporal del acuerdo constituye un elemento esencial del contrato, en consecuencia deberá establecerse de manera clara tomando en consideración la vigencia del derecho (Para derechos de autor la vida del autor y 80 años más /Ley 23/82 art 21, para derechos de propiedad industrial, dependerá del tipo de resultado: Marca: 10 años renovables- Patentes: 20 años no renovables etc.) y titularidad del mismo.

vi) Derechos de Propiedad Intelectual: La regulación de derechos de Propiedad intelectual y especialmente, el reconocimiento de la titularidad se definirá según la

modalidad contractual seleccionada. Se deberá tener en cuenta que el contrato de licencia implica la no transferencia de titularidad de los derechos de propiedad intelectual sobre el activo, sino el otorgamiento de una autorización de uso, por lo cual resultará recomendable disponer de manera expresa que la titularidad del activo licenciado permanecerá en cabeza del licenciante, al igual que todo activo intangible anterior que llegue a hacer parte del acuerdo contractual. Por su parte la Cesión implica la transferencia de la titularidad del derecho por el término y bajo las condiciones previstas en el contrato, situación que deberá mencionarse en la cláusula respectiva.

vii) Confidencialidad: Generalmente en los contratos en los que intervienen activos de propiedad intelectual se intercambia información que podría considerarse valiosa para las partes, lo cual requiere contemplar obligaciones de confidencialidad que involucran tanto a los suscribientes, como terceros vinculados a estos que puedan tener acceso directa o indirectamente.

viii) Manejo de la información y tratamiento de datos : El Licenciamiento de activos de propiedad intelectual puede implicar la entrega de información, bases de datos u otros insumos relevantes así como generar con su implementación la recolección de nuevos. Será importante reconocer cuando los datos requerirán tratamiento de conformidad con la Ley de Tratamiento de datos (Ley 1581 de 2012 y relacionadas) por tratarse de datos personales, o datos relacionados con aspectos intrínsecos del sector o la tecnología respecto de los cuales deberá especificarse su titularidad y eventualmente, carácter confidencial.

ix) Auditoria: El Licenciamiento de activos de propiedad intelectual suele someterse a términos y condiciones que deberán ser observadas por el Contratista. Con el fin de llevar cierto control sobre el cumplimiento de los mismos, las partes pueden acordar la realización de visitas o auditorias, que permiten no solo conocer el uso y alcance otorgado al derecho otorgado, sino prestar apoyo y asesoría en caso de requerirse para una correcta implementación.

x) Asistencia Técnica: La complejidad en la implementación de un Activo de PI diseñado conforme parámetros determinados y validada en entornos específicos relevantes, puede generar la necesidad de acceder a asistencia técnica complementaria que garantice la correcta explotación de la misma no solo desde el punto de vista legal, sino de su valor intelectual.

xi) Resolución de Controversias: La regulación de posibles diferencias interpretativas y/o controversias derivadas de la celebración o ejecución del contrato resulta

fundamental, de ahí la importancia de contemplar alternativas de solución de controversias previa la asunción de vías judiciales.

xi) Glosario o definiciones: Los términos que puedan llegar a generar problemas interpretativos pueden ser definidos de manera que exista claridad para las partes respecto de su alcance y significado en el marco del acuerdo celebrado.

Nota: En materia de celebración de contratos de transferencia de activos de propiedad intelectual opera la libertad contractual, por ende cada contrato deberá contener los acuerdos específicos contemplados por las partes y que regularán su relación contractual y/o comercial. En ese entendido NO se recomienda el uso de minutas sin tomar en consideración aspectos específicos que den contenido adecuado a las necesidades y la modalidad de contrato seleccionada, teniendo en cuenta que la disposición de derechos patrimoniales varía considerablemente entre las dos modalidades más habituales de Cesión y Licenciamiento.