



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Nivel de adopción tecnológica en agronegocios
productores de aguacate (*Persea
americana* Mill.) y sus factores asociados**

Jeimmy Alexandra Cáceres-Zambrano

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de desarrollo Rural y Agroalimentario
Bogotá, Colombia
2022

**Nivel de adopción tecnológica en agronegocios
productores de aguacate (*Persea americana* Mill.)
y sus factores asociados**

Jeimmy Alexandra Cáceres-Zambrano

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Gestión y Desarrollo Rural

Director:
Ph.D. Dursun Barrios

Codirector:
Ph.D. Joaquín Guillermo Ramírez Gil

Línea de Investigación:
Desarrollo Empresarial Agrario
Grupo de Investigación Biogénesis

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de desarrollo Rural y Agroalimentario
Bogotá, Colombia
2022

A quienes ven en el conocimiento una herramienta poderosa para la transformación de quienes somos y de nuestro entorno.

La educación es comunicación, es dialogo, en la medida en que no es la transferencia del saber, sino un encuentro de sujetos interlocutores, que buscan la significación de los significados.

Paulo Freire

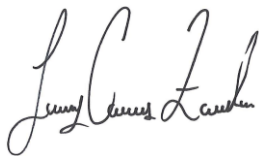
Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Jeimmy Alexandra Cáceres Zambrano

Fecha 22/03/2022

Agradecimientos

La presente investigación se realizó gracias al apoyo de las organizaciones de productores de aguacate de diversas zonas del país, que permitieron mi participación en eventos, reuniones o encuentros, en los que pude realizar la toma de datos y aprender más del subsector y de la ruralidad colombiana. Sin duda, esto no hubiera sido posible sin la disposición y tiempo de los productores.

A investigadores, comercializadoras y otros actores del subsector que participaron a través del instrumento virtual, insumo base para llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad Nacional de Colombia, por ser el espacio que permitió mi formación de posgrado y la ejecución de esta investigación, además de otorgarme la beca de Exención de Derechos Académicos que permitió la finalización de mis estudios de maestría; y a la Facultad de Ciencias Agrarias por el apoyo financiero a esta investigación, lo que permitió la toma de datos.

A mis docentes y tutores, Dursun Barrios y Joaquín Guillermo Ramírez Gil a quienes expreso mi profundo agradecimiento por hacer posible la realización de esta investigación, además agradezco su paciencia, tiempo y dedicación, las cuales permitieron lograr los objetivos de manera exitosa. También agradezco al profesor Aquiles Enrique Darghan Contreras por su apoyo en el área estadística, lo cual permitió obtener resultados concluyentes.

A mi madre, por ser un apoyo constante en el proceso de formación y alentarme a alcanzar mis objetivos siempre. A mi hermano por tener paciencia y enseñarme esta virtud constantemente. A mi abuela por mostrarme el valor de escuchar y ser escuchado. A mi pareja por apoyarme y motivarme pese a la distancia. Al resto de la familia por comprender mis deseos de continuar formándome profesional y académicamente.

A la vida, por permitirme escoger acertadamente mi profesión y guiarme por caminos llenos de personas con sabiduría, pasión y entrega.

Resumen

El crecimiento del cultivo de aguacate requiere innovación para lograr los objetivos de sostenibilidad y crecimiento. El conocimiento y la tecnología son una herramienta y los procesos de divulgación una necesidad al final del proceso. Por lo anterior, el subsector aguacatero precisa conocer la oferta tecnológica, el estado tecnológico de los productores y aquellos determinantes de adopción. A la fecha no hay un reporte que contenga esta información y que posibilite la toma de decisiones respecto a la gestión del conocimiento en este subsector. El objetivo de esta investigación fue caracterizar el nivel de adopción tecnológica y los factores asociados en agronegocios productores de aguacate. Se contemplaron tres etapas: (i) identificar la oferta tecnológica, (ii) evaluar el nivel tecnológico e (iii) identificar los factores determinantes de adopción tecnológica en agronegocios productores de aguacate. Los datos fueron obtenidos a partir de revisión bibliográfica, exploración en la red y encuestas. Para el análisis se emplearon herramientas bibliométricas, de *data science* y estadística multivariada. Se encontraron tendencias en comercialización y transformación de aguacate. Las ofertas son amplias, pero no son exitosamente transferidas, se requieren estrategias colaborativas que permitan vincular a diversos actores. Los productores de aguacate presentan niveles tecnológicos de medio a alto. Los factores de adopción con mayor peso son los que permiten mejores rendimientos e ingresos. La metodología empleada, sirve de base para futuros acercamientos a aspectos tecnológicos. Los resultados aquí obtenidos sirven como insumo para instituciones generadoras de conocimiento y encargadas de la transferencia tecnológica en este subsector.

Palabras clave: Gestión del conocimiento, innovación, desarrollo rural, transferencia de tecnología, cadena de valor.

Level of technological adoption in agribusiness producing avocado (*Persea americana* Mill.) and its associated factors

Abstract

The growth of the avocado crop requires innovation to achieve the objectives of sustainability and growth. Knowledge and technology are a tool and dissemination processes are a necessity at the end of the process. Due to the above, the avocado subsector needs to know the technological offer, the technological state of the producers, and those determinants of adoption. To date, there is no report that contains this information and that enables decision-making regarding knowledge management in this subsector. The objective of this research was to characterize the level of technology adoption and the associated factors in avocado-producing agribusinesses. Three stages were considered: (i) identify the technological offer, (ii) evaluate the technological level and (iii) identify the determining factors of technological adoption in avocado producing agribusinesses. The data was obtained from a bibliographical review, exploration in the network, and surveys. Bibliometric, data science, and multivariate statistical tools were used for the analysis. Trends were found in the marketing and transformation of avocado. The offers are wide, but they are not successfully transferred, collaborative strategies are required that allow linking various actors. Avocado producers have medium to high technological levels. The adoption factors with the greatest weight are those that allow better yields and income. The methodology used serves as a basis for future approaches to technological aspects. The results obtained here serve as input for institutions that generate knowledge and are in charge of technology transfer in this subsector.

Keywords: Knowledge management, innovation, rural development, technology transfer, value chain.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	4
Objetivos.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
1. Percepción y tendencias en investigación y desarrollo tecnológico en la cadena de valor de aguacate, usando herramientas de data science	9
2. Validación de tecnologías y evaluación del nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate: una aproximación desde la cadena de valor	10
3. Factores de adopción tecnológica en sistemas de producción de aguacate.....	11
Discusión.....	12
Conclusiones	15
Bibliografía.....	16

Introducción

En Colombia el gasto en investigación y desarrollo para 2021 fue de 0.3% del producto interno bruto (PIB) del país (World Intellectual Property Organization (WIPO), 2021). Con el fin de que este porcentaje trascienda a los sectores productivos, se requiere optimizar los procesos de transferencia tecnológica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), 2015). El conocimiento y las innovaciones en el sector agrícola, están direccionados a la mejora de los sistemas de producción, relaciones comerciales y estrategias organizacionales. La adopción de tecnologías en los agronegocios puede traducirse en mejora de la productividad y bienestar para los agricultores (Quintero Ramírez et al., 2019). Para esto es necesario conocer el nivel tecnológico actual y las variables, factores o condicionantes que existen en el proceso de adopción (Barrios et al., 2020).

En la agricultura la adopción tecnológica es el proceso a través del cual se decide aplicar y posteriormente apropiar una tecnología a prácticas cotidianas en un sistema de producción (Gaitán & Pachón, 2010). En la agricultura se afirma la existencia de brechas entre las prioridades de investigación y las necesidades sociales, las cuales se pueden atribuir a factores socioeconómicos y políticos (Sarewitz, 2010), en los que diferentes actores tienen intereses en el desarrollo de ciencia e innovación para hacer inversión (Chataway et al., 2004, Wallace & Rafols, 2018). En los sistemas de investigación agrícola, cada actor establece prioridades que pueden estar influenciadas por factores de oferta y demanda, logrando enfrentar compensaciones y obtener retornos de los resultados de investigación (Ciarli & Rafols, 2019).

La adopción tecnológica es un proceso complejo y su comprensión permite proponer vías para la superación de brechas existentes en los procesos de transferencia tecnológica (Afolami et al., 2015; Taramuel et al., 2019). Para esto, se deben considerar características relacionadas con el tamaño y tipo de sistema productivo, nivel educativo, capacidad de inversión, recursos humanos y costos de producción, para establecer efectivamente las brechas existentes entre la generación y la adopción de tecnología (Barrios et al., 2020).

En Colombia, se presenta un desbalance en el acceso a la información, lo que genera aversión a la adopción de tecnología (Gutiérrez, 2013).

Taramuel et al. (2019) resaltan la importancia de los factores socioeconómicos, asociados a dicha adopción. En este sentido, Onsomu (2018) midió el nivel tecnológico de productores de aguacate en el manejo de plagas y de la polinización en Kenia, considerando el nivel de conocimiento, de actitudes y de prácticas (en esta área). Por su parte, a nivel local, Ramírez-Gil et al. (2017) midieron el nivel tecnológico en Colombia y lo compararon con la incidencia de un complejo de patógenos que genera marchitamiento en árboles de aguacate, encontrando relación positiva entre el nivel tecnológico de los sistemas productivos y el manejo adecuado del sistema de producción.

El sistema productivo de aguacate en Colombia presenta alta proyección y crecimiento del área sembrada y de las exportaciones en los últimos años (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuaria [UGRA], 2018). Colombia ocupa el quinto lugar como productor mundial, con el 4.99% de la producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2020). El valor de las exportaciones de aguacate nacional aumentó 63.9% entre 2019 y 2020 (International Trade Centre (ITC), 2022). Para aprovechar este incremento en la demanda, es necesario aumentar los volúmenes de producción de este fruto, en el que los gremios y entidades del sector mencionan la importancia de la implementación de nuevas tecnologías (Nigel, 2011; Thomas & Makundi, 2020). No obstante, el estado tecnológico actual del sector aguacatero en Colombia y sus factores asociados han sido poco estudiados, aspecto que limita el fortalecimiento del nivel tecnológico de este sector (Ramírez-Gil et al., 2018).

De acuerdo al Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA) para la cadena de aguacate se identificaron demandas técnicas, comerciales, sociales, organizativas y ambientales. Para lograr cumplir estas demandas se destacan las entidades gestoras de conocimiento, como principales adoptantes, considerando esta una estrategia de extensión. Sin embargo, se presentan brechas al no contar con investigaciones en transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación y fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales (Osorio et al., 2016).

La mayoría de tecnologías implementadas en el agronegocio del aguacate en Colombia son importadas y la adopción debe validarse de acuerdo con las regiones productoras, puesto que la oferta tecnológica es particular para cada región y sistema productivo (Bernal Estrada et al., 2020; Glover et al., 2019). La siembra de materiales genéticos antes desconocidos ha sido la principal tecnología implementada en cultivos de aguacate, contando además con un banco de germoplasma en el territorio colombiano (Valencia et al., 2010). La tecnología que se genera en aguacate está relacionada con innovaciones en el área de nutrición y fertilización, manejo integrado del cultivo, nuevas variedades, manejo de la poscosecha y transformación (Bernal Estrada et al., 2020) y se destacan aspectos de planeación y capacitación como instrumentos para mejorar la productividad en sistemas productivos de aguacate (Bazaldúa & García, 2014). Además, se evidencia que factores como el capital humano, la información para la asistencia técnica y la planeación productiva, favorecen la toma de decisiones y el acompañamiento integral por parte de entidades externas (López et al., 2020).

Se ha observado que el nivel tecnológico en el subsector aguacatero tiene un efecto sobre factores productivos. Sin embargo, la falta de articulación entre las necesidades y ofertas tecnológicas, impide la adopción asertiva por parte de los usuarios finales y por tanto la generación de sistemas productivos sostenibles (Ramírez-Gil et al., 2017). Además, la adopción de tecnología se correlaciona con factores sociales, económicos, climáticos, culturales y topográficos propios del sistema productivo adoptante (Chavas y Nauges, 2020).

Por esta razón, se requiere conocer las principales tendencias en este subsector, definir el inventario tecnológico para este agronegocio, validar dicho inventario a través de actores de esta cadena de valor y reconocer los factores de adopción y otros determinantes asociados. Basado en lo anterior, el objetivo general de esta investigación fue caracterizar el nivel de adopción tecnológica y los factores asociados en agronegocios productores de aguacate. Para esto se contemplaron tres etapas en la investigación: (i) identificar la oferta tecnológica disponible en el agronegocio de aguacate; (ii) evaluar el nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate e (iii) identificar los factores determinantes de la adopción tecnológica en agronegocios productores de aguacate.

Este documento está organizado en tres capítulos, uno por cada etapa de la investigación. En el primer capítulo, “Percepción y tendencias en investigación y desarrollo tecnológico en la cadena de valor de aguacate, usando herramientas de *data science*”, se reconocen las tendencias en investigación y desarrollo tecnológico en el subsector aguacatero, para ampliar la perspectiva frente a las ofertas y demandas de este agronegocio en la zona geográfica estudiada. En el segundo capítulo, “Validación de tecnologías y evaluación del nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate: una aproximación desde la cadena de valor”, se identificó la percepción de expertos de la cadena de valor respecto a ofertas y demandas tecnológicas, se evaluó el nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate en Colombia y características socioeconómicas asociadas. Finalmente, en el tercer capítulo, “Factores de adopción tecnológica en sistemas de producción de aguacate”, se exploraron los factores involucrados en la adopción de tecnologías en sistemas de producción de aguacate y la percepción de los productores frente a los factores de adopción tecnológica reportados en la literatura.

El acercamiento al estado tecnológico y la comprensión de los factores involucrados en el proceso de adopción de tecnología en agronegocios productores de aguacate, permitirá la generación de políticas públicas fundamentadas en información concreta, teniendo como consecuencia el aumento de la competitividad del agronegocio. Para la academia y entidades de transferencia tecnológica será un referente metodológico para ser replicado en otros agronegocios. Para los productores de aguacate conocer la oferta tecnológica y los factores que determinan la adopción tecnológica posibilita el manejo integral del agronegocio propiciando la toma de decisiones informada respecto a la disponibilidad de información en el sector.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar el nivel de adopción tecnológica y los factores asociados en agronegocios productores de aguacate.

Objetivos específicos

1. Identificar la oferta tecnológica disponible en el agronegocio de aguacate.
2. Evaluar el nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate previamente seleccionados.
3. Identificar los factores determinantes de la adopción tecnológica en agronegocios productores de aguacate.

1. Percepción y tendencias en investigación y desarrollo tecnológico en la cadena de valor de aguacate, usando herramientas de *data science*

Nota: Artículo sometido para publicación.

El crecimiento del cultivo de aguacate en el mundo y a nivel local requiere apoyo desde la ciencia y la tecnología, para fortalecer el subsector. Para esto se precisa información respecto al estado del conocimiento en esta cadena de valor, en donde la información publicada en ámbitos académicos y científicos es la línea base. El subsector aguacatero ha incrementado la generación de conocimiento en los últimos años. Por lo anterior, se propuso conocer las tendencias en investigación y desarrollo tecnológico y la percepción respecto al subsector aguacatero utilizando herramientas de *data science*.

Encontrando que los documentos publicados relacionados con este subsector tienen un nivel de desarrollo y divulgación que requiere ser fortalecido en aspectos científicos y de transferencia, en donde las redes de colaboración juegan un rol relevante. Por otro lado, las tendencias en investigación se relacionan principalmente con temas técnicos y comerciales, siendo el eslabón de poscosecha y comercialización los que presentan mayor cantidad de documentos publicados. La percepción en la red frente a este subsector está relacionada con aspectos ambientales y optimización en el uso de recursos. Se encontró que las ofertas y demandas, están relacionadas, sin embargo, algunas demandas se encuentran aún desatendidas y requieren acompañamiento de otros actores de la cadena de valor.

El sector agropecuario y en este caso el subsector aguacatero tiene el reto de empezar a diversificar las fuentes de información. Las herramientas digitales son útiles en procesos de planificación sectorial y empresarial. Finalmente, los actores de la cadena de valor deben trabajar de manera colaborativa para lograr un crecimiento integral y una actualización permanente respecto a las necesidades y soluciones, enriquecidas desde diversas regiones productoras de aguacate del país.

2. Validación de tecnologías y evaluación del nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate: una aproximación desde la cadena de valor

NOTA: Artículo sometido para publicación.

La tecnología es transversal a las actividades cotidianas, en la agricultura permite optimizar procesos y lograr mejores resultados de rendimiento y de gestión. En el subsector aguacatero se afirma que pese al crecimiento de este cultivo en el país no se están logrando los resultados planificados. Lo anterior, se debe a falta de organización en el subsector y al uso de tecnologías foráneas en los sistemas de producción, de acuerdo a diversos autores.

No obstante, no se tiene información respecto a las tecnologías que se utilizan o respecto a la frecuencia con la que son utilizadas. Esta investigación buscó identificar estos vacíos desde la evaluación del nivel tecnológico (NT) en el subsector aguacatero. Para conseguir el objetivo mencionado se siguieron tres etapas. Primero, se consultó a un grupo de expertos en la cadena de valor de aguacate respecto a la percepción de importancia de un grupo de ofertas y demandas. Segundo, a partir de la consulta se generaron ponderaciones y se evaluó el nivel tecnológico de sistemas de producción de aguacate de acuerdo a la frecuencia de uso de las tecnologías, los productores se ubicaron en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Cundinamarca, y Tolima. Tercero, se correlacionaron características de los productores y de los sistemas de producción con el nivel tecnológico para lograr comprender esta variable de forma integral y acorde con las condiciones de cada región.

Se empleó una metodología de análisis de datos que permite tomar datos categóricos como fuente de información para la toma de decisiones. Se recomienda siempre que sea posible aumentar el tamaño de muestra tanto en la consulta a expertos como en la encuesta con productores. Se considera que los resultados obtenidos en esta investigación permiten orientar las estrategias de investigación, desarrollo e innovación. Y se establece una línea base respecto al estado tecnológico de los sistemas de producción de aguacate.

3. Factores de adopción tecnológica en sistemas de producción de aguacate

NOTA: Artículo sometido para publicación.

Generar nuevo conocimiento o tecnología no implica que los sistemas de producción avancen o se fortalezcan per se. Se requieren procesos de comunicación y transferencia para que la tecnología logre impactar a la población o cadena de valor objetivo. Los procesos de transferencia tecnológica terminan de forma exitosa cuando concluyen en la adopción de la tecnología. La adopción es el proceso a través del cual la persona conoce la tecnología, la apropia y finalmente la incorpora a sus procesos productivos o a sus labores cotidianas. Este proceso está mediado por un sinnúmero de factores que favorecen o dificultan la incorporación final de la tecnología. En el sector agropecuario este proceso de adopción debe involucrar algunas características adicionales y además es particular para cada sistema de producción.

Considerando el crecimiento del subsector aguacatero y la necesidad de lograr mejoras en este, el objetivo de este último capítulo fue determinar cuáles son los factores de adopción tecnológica en sistemas de producción de aguacate y conocer la opinión de los productores frente a los factores que han sido mencionados previamente en la literatura.

Se encontró que el nivel tecnológico y la percepción que tienen los productores frente a los factores de adopción tienen relación, pues aquellos productores con menor nivel tecnológico, consideran mayor número de factores a la hora de adoptar una nueva tecnología. Los factores que tuvieron mayor percepción de importancia fueron “Incremento en el rendimiento del cultivo” y “Facilidad de uso de la tecnología”, los factores con menor percepción de importancia fueron “Exigencia por parte del comprador” y “Adopción por parte de otros productores”. El subsector aguacatero tiene el reto de trabajar en los procesos de transferencia para lograr comunicar eficientemente el conocimiento y tecnologías generadas. Es necesario mostrar los beneficios financieros de adoptar tecnologías en el corto y largo plazo. Además de evaluar el riesgo de forma que los productores lo consideren en la toma de decisiones.

Discusión

A pesar de que la oferta en el subsector aguacatero es amplia, el uso de esta no es generalizada en los sistemas de producción, puesto que algunas de las tecnologías son aún desconocidas por los productores o utilizadas con poca frecuencia. Una forma indirecta de conocer el estado del conocimiento son las publicaciones científicas (Flórez et al., 2012). La investigación se convierte a su vez en oferta tecnológica a través de procesos de desarrollo e innovación (Diaconu, 2011; Floréz et al., 2012). Se espera que la oferta logre dar respuesta a las demandas de un sector o región (Ciarli & Ràfols, 2019). Las demandas son entendidas como necesidades y las ofertas son el conjunto de técnicas, procedimientos o instrumentos que dan solución a dicha necesidad (Lampach et al., 2021). Considerando que la oferta encontrada es amplia, la brecha identificada se atribuye a los procesos de transferencia tecnológica y no a la ausencia de las tecnologías.

Por otro lado, no todas las ofertas para el subsector aguacatero han sido validadas para el país. Algunas tecnologías han sido consideradas en procesos de investigación, pero en ocasiones la metodología utilizada no es replicable. Por esto, se resalta la necesidad de describir los procedimientos y realizar metodologías reproducibles de acuerdo al contexto, con el objeto de ampliar la investigación y los resultados a otras regiones (Leal Filho et al., 2021). En este estudio la proporción de publicaciones científicas respecto a otro tipo de documentos, como tesis o trabajos de grado, fue baja, y las metodologías se encuentran poco estandarizadas. Esto genera que el subsector no cuente con información fiable y respaldada por el método científico, que permita un avance en la generación de conocimiento y a su vez una fuente de información para futuras investigaciones.

Por otro lado, las tendencias en la web demuestran la importancia de los temas ambientales y comerciales, dos temáticas que se considera deben ser atendidas en el ámbito de la investigación y de los sistemas de producción. En este punto, se requieren redes de innovación y difusión en la cadena de valor que deben ser trabajadas desde las instituciones, en búsqueda de disminuir la brecha encontrada y respondiendo a las demandas del subsector y a las necesidades percibidas en la red.

Ramírez-Gómez et al. (2020) encontraron que las redes de difusión y de innovación difieren entre regiones y por tanto la transferencia de conocimiento y tecnología debe ser regional, incluyendo a todos los actores (productores, comercializadores, investigadores, asistentes técnicos, academia, proveedores de insumos, entes gubernamentales, etc.), para lograr procesos de transferencia eficientes y exitosos.

Este trabajo colaborativo también debe ir de la mano de procesos de transferencia. En Colombia la transferencia de tecnología requiere un apoyo por parte de las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRIS); las cuales tienen como misión generar la conexión entre demandas y ofertas tecnológicas para diversos sectores. En el país las OTRIS reconocidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) son: Connect (Bogotá), Tecnova UEE (Medellín), OTRI Estratégica de Oriente (Bucaramanga), OTRI CienTech (Barranquilla) y Reddi (Cali).

Algunas instituciones de educación superior cuentan con oficinas de transferencia o áreas encargadas de esta labor, encontrando así al Centro de Apoyo a la Tecnología y la Innovación - CATI (Universidad Nacional de Colombia), Oficina de Transferencia Tecnológica (Universidad Antonio Nariño), Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento de la Vicerrectoría de Investigaciones y Creación (Universidad de los Andes) y Oficina de transferencia de resultados de investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia. Estas oficinas o áreas son la vía principal para fortalecer los procesos de transferencia tecnológica y disminuir la brecha entre demandas y ofertas a través de convenios con gremios, asociaciones y otros actores involucrados.

El reto del subsector aguacatero debe ser enfocar nuevos campos de investigación y fortalecer la incorporación de tecnologías para la producción de conocimiento y su posterior transferencia. Wheeler et al. (2017) encontraron que el proceso de transferencia tecnológica de un sistema de riego agrícola tuvo más éxito al considerar conjuntamente la infraestructura de riego (tecnología dura) y conocimiento derivado del uso del sistema (tecnología blanda) por parte de los adoptantes. El concepto de tecnología es amplio e involucra, relaciones entre personas, ejecución de tareas, uso de artefactos, habilidades, establecimiento de redes colaborativas y de comercio, entre otras (Glover et al., 2019). Esta comprensión amplia

desde lo tangible a lo intangible, tiene impacto sobre la generación de tecnología y la transferencia de la misma. Por otro lado, Olsen et al. (2017), explican cómo ha sido la evolución de redes de conocimiento y digitalización de la información en Estados Unidos, a través de la red AgNIC (Agriculture Network Information Collaborative) y de qué forma se han optimizado procesos de investigación, ampliando además el rango de personas y tipo de actores que acceden a esta.

Los niveles tecnológicos encontrados en esta investigación demuestran que el subsector de aguacate en Colombia, no está rezagado, contrario a lo que se reporta en la literatura. Sin embargo, se requiere fortalecer algunos eslabones de la cadena de valor que permitan el crecimiento del subsector de manera sustentable. Lo anterior se puede lograr a través del fortalecimiento de los procesos de transferencia tecnológica (Suvedi et al., 2017). Por ejemplo, se encontró que la formación académica tiene relación con el nivel tecnológico, razón por la cual el fortalecimiento de la educación en espacios rurales es una necesidad si se busca el fortalecimiento de los subsectores productivos. Una debilidad encontrada en general en la caracterización de productores fue la formalización de la contratación, aspecto que debe ser trabajado, pues es un determinante que se ha encontrado limita la optimización de procesos y por tanto de adopción tecnológica (Carbonai, 2022).

En este estudio se encontró que el nivel tecnológico se encuentra relacionado con los factores de adopción. Diversos autores han hablado de tipos de adoptantes y como los factores de adopción se dan en función de esto (Barbutto et al., 2019; Diederer et al., 2003; Worku, 2019). En este estudio no se puede clasificar a los productores de acuerdo a la velocidad de adopción, puesto que no fue el objetivo de este. Sin embargo, se encontró que los adoptantes evalúan los factores de adopción en función del nivel tecnológico. En el que los factores de influencia social y variables financieras tuvieron alta importancia.

Conclusiones

Según los resultados de esta investigación fue posible identificar la oferta tecnológica disponible en el agronegocio de aguacate, además de tendencias de búsqueda en la web. También plantea una ruta metodológica para el análisis de datos y el uso de herramientas de *data science* poco explorados en la agricultura. A partir de los datos recopilados se encontró que la web representa una alternativa para la transferencia de tecnologías, recopilación de información con actores del sector de forma directa e indagación respecto a las tendencias relacionadas, ampliando las posibilidades de análisis en el sector agrícola. La oferta tecnológica identificada fue validada a través de expertos de la cadena de valor de aguacate, logrando además la ponderación de estas de acuerdo a la percepción de diversos actores de la cadena. Lo anterior permitió la evaluación del nivel tecnológico en sistemas de producción de aguacate, estableciendo una línea base para el subsector; encontrando que estos se ubican en un nivel tecnológico de medio a alto. En este subsector se identifican fortalezas en los eslabones de propagación de material vegetal, producción y poscosecha y debilidades en el eslabón de gestión y comercialización; a partir de lo cual se hace un llamado para fortalecer este último eslabón que permitirá a los productores contar con habilidades para mejorar no solo en aspectos técnicos sino de forma integral en otras áreas. Finalmente, se logró identificar la relación entre factores socioeconómicos y el nivel tecnológico, además de conocer la percepción de los productores frente a factores de adopción previamente mencionados en la literatura. Los resultados logrados en este estudio muestran el estado tecnológico del subsector aguacatero y permiten comprender los factores involucrados en el proceso de adopción de tecnología. Con estos resultados se espera aportar al desarrollo integral del subsector partiendo de las necesidades técnicas y haciendo un llamado a investigadores y entidades encargadas de la transferencia de tecnología para ejecutar acciones encaminadas al fortalecimiento de la cadena de valor.

Bibliografía

Afolami, C.A., Obayelu, A.E., & Vaughan, I.I. (2015). Welfare impact of adoption of improved cassava varieties by rural households in South Western Nigeria. *Agricultural and Food Economics*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40100-015-0037-2>

Barbuto, A., Lopolito, A., & Santeramo, F. G. (2019). Improving diffusion in agriculture: an agent-based model to find the predictors for efficient early adopters. *Agricultural and Food Economics*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40100-019-0121-0>

Barrios, D., Restrepo-Escobar, F., & Cerón-Muñoz, M. (2020). Factors associated with the technology adoption in dairy agribusiness. 73(2), 9221–9226. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.82169>

Bazaldúa, B., & García, A. (2014). Productoras de aguacate: el caso del municipio de Tetela del Volcán, Morelos Factors that prevent the associations ´ possibility of increasing the effectiveness in the production of avocados. The situation in the municipality of Tetela del. *Entreciencias*, 2(4), 183–196. <https://doi.org/10.21933/J.EDSC.2014.04.082>

Bernal Estrada, J.A., Díaz Diez, C.A., Builes Gaitán, S., Caicedo, A.M., Carabalí Muñoz, A., Casamitjana Causa, M., Córdoba Gaona, Ó. de J., Duque Ríos, M., Forero Longas, F., Londoño Bonilla, M., Londoño Zuluaga, M.E., García Lozano, J., Kondo, T., Osorio Vega, N.W., Rodríguez Yzquierdo, G.A., Rodríguez-León, A.K., Rondón Salas, T.M., Ruiz, D., Sandoval Aldana, A., ... Vega Marín, C.A. (2020). Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>

Carbonai, D. (2022). Rural Salaried Workers. Rural Workers, Sindicatos and Collective Bargaining in Rio Grande Do Sul, 15–36. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94808-5_2

Chataway, J., Tait, J., & Wield, D. (2004). Understanding company R&D strategies in agro-biotechnology: Trajectories and blind spots. *Research Policy*, 33(6–7), 1041–1057. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.04.004>

Chavas, J.P., & Nauges, C. (2020). Uncertainty, Learning, and Technology Adoption in Agriculture. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 42(1), 42–53. <https://doi.org/10.1002/aepp.13003>

Ciarli, T., & Ràfols, I. (2019). The relation between research priorities and societal demands: The case of rice. *Research Policy*, 48(4), 949–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.027>

Corpoica. (2015). *Diagnostico. Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector Agropecuario* (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (ed.); Misión par).

Diaconu, M. (2011). Technological Innovation: Concept, Process, Typology and Implications in the Economy. *Theoretical and Applied Economics*, 10(563):127–144.

Diederer, P., van Meijl, H., Wolters, A., & Bijak, K. (2003). Innovation Adoption in Agriculture: Innovators, Early Adopters and Laggards. *Cahiers d'économie et Sociologie Rurales*, 67, 30–50.

Flórez, D.H., Morales, A., Uribe, C.P., & Contreras, C.A. (2012). Análisis de tendencias en investigación básica para cadenas productivas agroindustriales. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 121. https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:247

Gaitán, C., & Pachón, F. (2010). Causas para la adopción de tecnologías para la renovación de cafetales – Caso El Colegio (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana*, 28(2), 329–336.

Glover, D., Sumberg, J., Ton, G., Andersson, J., & Badstue, L. (2019). Rethinking technological change in smallholder agriculture. *Outlook on Agriculture*, 48(3), 169–180. <https://doi.org/10.1177/0030727019864978>

Gutiérrez, J. (2013). Smallholders Agricultural Cooperatives and Rural Development in Colombia. In *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2194176>

International Trade Centre (ITC). (2021). Trade statistics for international business development, Trademap. <https://www.trademap.org/Index.aspx>

Lampach, N., To-the, N., & Nguyen-anh, T. (2021). Land Use Policy Technical efficiency and the adoption of multiple agricultural technologies in the mountainous areas

of Northern Vietnam. *Land Use Policy*, 103(January), 105289.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105289>

Leal Filho, W., Wall, T., Salvia, A. L., Frankenberger, F., Hindley, A., Mifsud, M., Brandli, L., & Will, M. (2021). Trends in scientific publishing on sustainability in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126569.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126569>

López, H., Almeida, J., & Brandao, M. (2020). Análisis de variables productivas y socioempresariales de productores de aguacate Hass de dos municipios del Cauca para la creación de indicadores para la toma de decisiones del sector rural. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 11(2), 29–41. <https://doi.org/10.22490/9789586516389.01>

Nigel, B. (2011). Avocado production in 2020. September 2014, 11–14.
https://en.wikipedia.org/wiki/Avocado_production_in_Mexico

Olsen, L., Kelly, J., & Kopriva, N. (2017). The agriculture network information collaborative (Agnic): Building on the past, looking to the future. *Library Trends*, 65(3), 279–292. <https://doi.org/10.1353/lib.2017.0002>

Onsomu, C. (2018). Knowledge, attitude, practice and ex-ante adoption of integrated pest and pollination management (IPPM) innovation among avocado growers in Kenya. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Cultivos y productos de ganadería. Datos de exportaciones de aguacate.
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>

Osorio, J., González, S., & Pavas, C. (2016). Plan Estratégico de Ciencias, Tecnologías e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA). Cadena Aguacate.

Ramírez-Gil, J.G., Gilchrist Ramelli, E., & Morales Osorio, J.G. (2017). Economic impact of the avocado (cv. Hass) wilt disease complex in Antioquia, Colombia, crops under different technological management levels. *Crop Protection*, 101, 103–115.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.07.023>

Ramírez-Gil, J.G., Morales, J.G., & Peterson, A.T. (2018). Potential geography and productivity of “Hass” avocado crops in Colombia estimated by ecological niche modeling. *Scientia Horticulturae*, 237, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.021>

Ramírez-Gómez, C. J., Robledo Velásquez, J., & Aguilar-Ávila, J. (2020). Trust networks and innovation dynamics of small farmers in Colombia: An approach from territorial system of agricultural innovation. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 52(2), 253–266.

Quintero Ramírez, S., Ruiz Castañeda, W.L., Giraldo Ramírez, D.P., Vélez Acosta, L.M., Marín Sánchez, B.M., Cubillos Jiménez, S., & Cárdenas Garcés, A.Y. (2019). Modelo de transferencia de tecnología para las cadenas productivas agropecuarias: Análisis comparativo de las cadenas del café y el aguacate en Antioquia. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4899>

Sarewitz, D. (2010). Not by experts alone: more and earlier public involvement is required to steer powerful new technologies wisely, says Daniel Sarewitz. *Nature*, 466(7307), 688.

Suvedi, M., Ghimire, R., & Kaplowitz, M. (2017). Farmers’ participation in extension programs and technology adoption in rural Nepal: a logistic regression analysis. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(4), 351–371. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1323653>

Taramuel, J., Barrios, D., & Cerón-Muñoz, M. (2019). Adopción tecnológica en sistemas de producción de leche del resguardo indígena de Cumbal. *Livestock Research for Rural Development*, 31(4). <http://www.lrrd.org/lrrd31/4/ceron31059.html>

Thomas, H., & Makundi, H. (2020). Global Value Chains as a Stimulant for Innovation among Producers: Evidence from Avocado Farmers in Siha District Tanzania. 18(2), 94–111.

Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuario (UGRA). (2018). Ficha de inteligencia aguacate. Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios. Vicepresidencia de Garantías y Riesgos Agropecuarios. FINAGRO, 1–14. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_aguacate_version_ii.pdf

Valencia, R.A., Lobo, R.M., & Ligarreto, G.A. (2010). Estado del arte de los recursos genéticos vegetales en Colombia: Sistema de Bancos de Germoplasma. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 85. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:198

Wallace, M.L., & Ràfols, I. (2018). Institutional shaping of research priorities: A case study on avian influenza. *Research Policy*, 47(10), 1975–1989. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.005>

Wheeler, S.A., Zuo, A., Bjornlund, H., Mdemu, M.V., van Rooyen, A., & Mungumbe, P. (2017). An overview of extension use in irrigated agriculture and case studies in south-eastern Africa. *International Journal of Water Resources Development*, 33(5), 755–769. <https://doi.org/10.1080/07900627.2016.1225570>

Worku, A.A. (2019). Factors affecting diffusion and adoption of agricultural innovations among farmers in Ethiopia case study of Ormia regional state Westsern Sewa. *International Journal of Agricultural Extension*, 7(2), 137–147. <https://doi.org/10.33687/ijae.007.02.2864>

World Intellectual Property Organization (WIPO). (2021). Global Innovation Index 2021. Colombia. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021/co.pdf