

MODELO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA AGRICULTURA

Data de submissão: 21/01/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Diana Patricia Guzmán Álvarez

Profesora de cátedra, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GAMMA
Medellín, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-6897-7681>

Marisol Medina-Sierra

Profesora Titular, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GAMMA
Medellín, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-1929-8305>

Holmes Rodríguez Espinosa

Profesor Titular, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GAMMA
<https://orcid.org/0000-0002-0822-0898>

Mario Fernando Cerón-Muñoz

Profesor Titular, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GAMMA
<https://orcid.org/0000-0002-7233-6625>

ambientales y optimizar los procesos que apunten a crear condiciones favorables para las familias campesinas. El propósito de este estudio fue proponer un modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura para la apropiación en los Laboratorios Territoriales. Se realizó un estudio cualitativo, bajo un diseño transformativo secuencial, en tres fases: selección de las variables del modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura, diseño de la rúbrica de evaluación del nivel de las variables seleccionadas, y diseño de la ruta para su implementación. Se identificaron seis dimensiones claves que conforman el modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura: utilidad percibida, facilidad de uso percibido, facilidad de acceso, autorreconocimiento, comunicación y familiar; acompañadas de una rúbrica de evaluación del nivel en que se encuentra cada variable, en cada dimensión, y se diseñó la ruta de implementación para quienes desarrollen procesos de adopción de tecnologías emergentes.

PALABRAS CLAVE: adopción de innovaciones, agricultura 4.0, extensión rural, innovación agrícola, innovación rural.

RESUMEN: La adopción de las tecnologías emergentes requiere su aceptación e integración en diversos contextos territoriales agrícolas para aumentar la productividad, mitigar los impactos

MODEL OF ADOPTION FOR EMERGING TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

ABSTRACT: The adoption of emerging technologies requires their acceptance and integration into diverse agricultural territorial contexts to increase productivity, mitigate environmental impacts, and optimize processes that create favorable conditions for farming families. The purpose of this study was to propose a model for the adoption of emerging technologies in agriculture for their appropriation in Territorial Laboratories. A qualitative study was conducted using a transformative sequential design in three phases: selection of variables for the emerging technology adoption model in agriculture, design of an evaluation rubric to assess the level of selected variables, and development of an implementation roadmap. Six key dimensions were identified as part of the model for adopting emerging technologies in agriculture: perceived usefulness, perceived ease of use, ease of access, self-recognition, communication, and family engagement. These were complemented by an evaluation rubric to assess the level of each variable within each dimension, and an implementation roadmap was developed for stakeholders involved in emerging technology adoption processes.

KEYWORDS: Adoption of innovations, Agriculture 4.0, rural extension, agricultural innovation, rural innovation.

1 | INTRODUCCIÓN

La acelerada evolución y adopción de las tecnologías innovadoras en el mundo ha llevado a usos tecnológicos tan popularizados como los teléfonos inteligentes, los cuales, funcionan como plataformas de detección móvil para el acceso a servicios públicos e interacción entre las personas y contienen una variedad de sensores activos y alcances sin precedentes para los entornos de la sociedad actual, permitiendo entre otras cosas, la comunicación rápida a través de mensajes y correos electrónicos, así como el acceso a una gama de información en línea que mantienen actualizados y conectados a la red a miles de personas (Liu, 2013; Valle y Sandoval, 2017).

En el sector agropecuario, las tecnologías han ido evolucionando, integrando distintas etapas de los procesos productivos agropecuarios para el manejo de la información de indicadores productivos fundamentales para la gestión, toma de decisiones y competitividad de las agroempresas, superando la agricultura tradicional, porque incluyen en el sector agrícola tecnologías que permiten gestionar y analizar datos temporales para mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola (IICA *et al.*, 2014).

En este mismo sentido, se destaca la importancia de la utilización de Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC), como técnicas digitales para la recopilación de datos proximales que permiten hacer tanto seguimiento de los procesos de producción agrícolas como optimización de los recursos y reducción de impactos ambientales (FAO, 2019). Las TIC se complementan con las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), las cuales inciden más en los métodos de aprendizaje y en el uso de la tecnología que en el dominio de una serie de herramientas como instrumentos, dándole un viraje al aprendizaje “de” la tecnología por el aprendizaje “con” la tecnología, bajo un enfoque de desarrollo de competencias denominado “aprender a aprender” (León y Montaguano, 2023).

En este contexto surgen las Tecnologías Emergentes (TE) entendidas como aquellas que están en proceso de desarrollo y tienen el potencial de tener un impacto significativo en el ámbito social y económico, pero que aún no se han convertido en una parte integral de nuestras vidas (MinTIC, 2022); entre las cuales se encuentran: inteligencia artificial, blockchain, internet de las cosas, drones, asistentes de voz, realidad virtual y aumentada y macrodatos (big data), que están siendo aplicadas en sectores como la agricultura, la salud y el medio ambiente (Valle y Gil, 2022).

En la agricultura las TE están transformando el panorama agrícola permitiendo a los agricultores monitorear sus cultivos desde cualquier parte en tiempo real, contribuyendo con una producción agropecuaria más eficiente (Sadiku *et al.*, 2020); no obstante, su aplicación es incierta debido a que los beneficios suelen ser desconocidos para las personas, por lo que se requiere implementar estrategias educativas para la formación de los individuos en estas tecnologías (Kremer, 2021).

Para apoyar la difusión de las tecnologías en el sector agropecuario, se destaca la importancia de la adopción de herramientas tecnológicas digitales entre los productores, que apunten a facilitar tanto la planificación y la ejecución de las actividades dentro de los encadenamientos productivos, como la optimización sostenible y racional de los recursos naturales (ADR, 2019). A pesar de lo anterior, se evidencia que son escasos los modelos de adopción tecnológica agropecuaria que incluyan factores que permitan identificar el potencial de aceptación por parte de los productores (Dibbern *et al.*, 2024). De esta manera, el objetivo de este estudio fue proponer un modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura.

2 | MARCO REFERENCIAL

El término innovación está relacionado con el desarrollo de tecnologías alternativas, nuevos dispositivos, métodos y procesos, que satisfagan las necesidades específicas de comunidades rurales, campesinos, empresas, entre otras, innovando tanto en la forma de ser del “individuo”, como en las formas de trabajo y la relación entre los actores locales (Gavito *et al.*, 2017), teniendo en cuenta sus características particulares para lograr no solo su participación, sino también la adopción, adaptación y despliegue de las innovaciones para un verdadero impacto social (Amaro y De Gortari, 2016).

Bajo este contexto, la innovación se ha convertido en fuente importante para mejorar la productividad, la competitividad y el crecimiento de las economías avanzadas y emergentes en el ámbito rural, suscitando la modernización local de la producción de bienes y servicios que puedan estar en el escenario internacional (OCDE, 2007), pues la innovación ha implicado no solamente la potencialización de nuevas prácticas y comportamientos, sino también la actualización y el mejoramiento de la forma en que se hacen las cosas en el campo rural a través de trabajo voluntario, la creatividad y la consulta local, involucrando las diferentes partes interesadas, como comunidades, gobiernos locales, instituciones públicas y privadas, en la difusión de fuentes de conocimiento e información para la adopción de innovaciones (OECD, 2009; Aguilar *et al.*, 2016).

La Adopción Tecnológica (AT), por su parte, tiene que ver con la aceptación, integración y aplicación de nuevas tecnologías en diversos contextos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida, aumentar la productividad y optimizar los procesos que contribuyen a crear mejores condiciones para todos los miembros de la sociedad; por lo que es un elemento crucial para alcanzar la transformación digital, garantizando la competitividad en el mercado (Banco Mundial, 2024).

Algunas barreras para la AT están dadas por la percepción del grado de dificultad para usarlas, el desconocimiento de las tecnologías, la falta de infraestructura, la ausencia de apoyos e incentivos, la escasez de recursos para financiar la inversión, el temor, entre otros (Unesco, 2023). De igual forma, el desconocimiento sobre la percepción y conducta psicológica de los individuos para conocer sus intenciones de utilizar las tecnologías (Acikgoz *et al.*, 2023).

En términos de los facilitadores de la AT, se debe tener en cuenta que la tecnología sea compatible con las necesidades de sus usuarios, es decir, que resuelva sus particularidades; que sea segura, de bajo costo, fácil de usar, y que, además, las personas tengan la suficiente preparación tecnológica y apoyo por parte de los funcionarios e instituciones de manera permanente (Amini y Jahanbakhsh, 2023). De igual manera, debe ir acompañada de las TAC y de las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP), las cuales permiten que se fomente la creatividad, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, incitando que las personas pongan en práctica lo que aprenden en sus contextos reales, potencializando sus procesos de enseñanza y aprendizaje para que enfrenten los diversos desafíos digitales (León y Montaguano, 2023).

En este mismo sentido, es importante considerar los Modelos de Adopción de Tecnológica (MAT), basados en explicar los procesos que conducen a la adopción o rechazo de las tecnologías por parte de las personas, condicionados por factores como las capacidades cognitivas de las personas y su estado emocional para desear querer usar o rechazar una tecnología específica (López y López, 2011); también, por las condiciones que el individuo presenta como capacidades económicas y físicas disponibles, desarrollo de habilidades y destrezas, particularidades socioculturales, entre otros, (Cuevas *et al.*, 2014).

Por consiguiente, se deben definir modelos para transferir, adoptar, adaptar y organizar las innovaciones tecnológicas (Jaramillo *et al.*, 2017), de acuerdo con las perspectivas de los actores sociales y el entorno donde se adaptan, teniendo en cuenta el perfil de los actores que van a adoptar las tecnologías en términos de conocer qué tipo de adoptantes son (Rogers, 1962): a) adoptantes innovadores orientados al riesgo, b) primeros adoptantes con un elevado nivel de liderazgo y opinión, c) adoptantes por presiones económicas, o bien, d) adoptantes de personas relegadas que se oponen a la adopción e innovación, pues todos estos perfiles inciden en que las personas decidan adoptar o de rechazar una innovación tecnológica específica.

Por otra parte, otros estudios realizados sobre los procesos de adopción tecnológica, sugieren tener en cuenta dimensiones como la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida (Davis, 1989), facilidad de acceso (Khanh *et al.*, 2022), así como la comunicación (Hernández, 2023), la familia (Rodríguez *et al.*, 2022) y el autorreconocimiento (Alda *et al.*, 2012).

De esta forma, se pone de manifiesto que para adoptar TE es necesario generar procesos de difusión entre las familias a través de canales de comunicación donde las personas, que tienen en común creencias e intereses, compartan información o conocimiento que los lleve a alcanzar una comprensión mutua de las tecnologías, en un tiempo determinado, de manera persuasiva y motivacional para suscitar un cambio de actitud y de comportamientos que favorezcan la adopción tecnológica (Rogers, 1962).

Sumado a lo anterior, este estudio toma como base el Modelo Antropogógico de Extensión Agropecuaria (MAEA) que planteó un proceso de enseñanza y aprendizaje holístico con un enfoque epistemológico basado en el aprendizaje con otros, aprendizajes de otros, aprendizaje juntos y el aprendizaje autónomo (Angulo y Negrón, 2008); tiene como pilar fundamental la transferencia del conocimiento como un activo para las familias campesinas, de acuerdo con su perfil, para el logro de sus diversos objetivos y necesidades, abordando dimensiones técnicas, económicas, sociales, ambientales y familiares mediante el intercambio de saberes en ambientes propicios como son los Laboratorios Territoriales (LT), los cuales representan una propuesta de innovación social para la construcción e integración comunal de conocimiento, satisfacción de las necesidades de las familias y adopción de tecnologías (Rodríguez *et al.*, 2022).

3 | METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cualitativo, bajo un diseño transformativo secuencial (Fernández *et al.*, 2020). Los datos se recolectaron en tres fases: 1) Selección de las variables en cada dimensión para la proposición del modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura, 2) Diseño de la rúbrica de evaluación del nivel de las variables seleccionadas, y 3) Diseño de la ruta para su implementación.

En la primera fase, se partió de la identificación de posibles elementos y variables, los cuales, fueron sometidos a validación por seis (6) profesionales mediante un juicio de expertos, a través de un consenso grupal para la selección de las variables apropiadas (González *et al.*, 2017). Los criterios de inclusión de los expertos son los siguientes: 1) profesionales del agro y agricultores líderes; 2) con experiencia en el desarrollo de proyectos de extensión; 3) articulados con una organización o institución orientada a trabajar procesos de adopción de conocimientos a través del desarrollo continuo en los territorios; y 4) con conocimientos y experiencias en torno a temas como sociología rural, adopción tecnológica, educación y extensión agropecuaria.

Una vez validadas y seleccionadas las variables por los expertos, se definió con ellos una rúbrica de evaluación del nivel en qué se encuentra cada agricultor y sus familias en cada una de las variables seleccionadas, utilizando una escala tipo ordinal de 1 a 5, donde uno (1) es la condición menos deseada y cinco (5) es la condición más deseada (Castaño *et al.*, 2021).

Para desarrollar la tercera fase, se diseñó una ruta de implementación del modelo, a partir del desarrollo de una caja de herramientas metodológicas para facilitadores basados en la metodología propuesta para los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial – PDET (Chavarría *et al.*, 2017)

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Dimensiones para la identificación de intenciones de adopción de TE

Se definió un Modelo de Adopción de Tecnologías Emergentes en la Agricultura (MATEA) constituido por seis dimensiones y 11 variables (Figura 1).

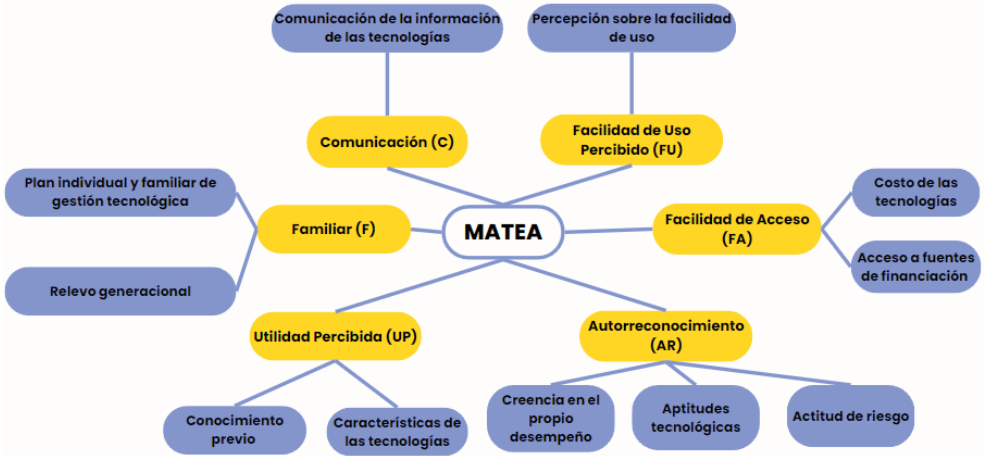


Figura 1. Dimensiones y variables que conforman el MATEA

Las seis (6) dimensiones que conforman el Modelo de Adopción de Tecnologías Emergentes en la Agricultura son: 1) la dimensión utilidad percibida explicada por las variables características de las tecnologías y conocimiento previo de las tecnologías; 2) la dimensión facilidad de uso percibido explicada por la variable percepción sobre la facilidad de uso de las tecnologías; 3) la dimensión facilidad de acceso explicada por las variables costo de las tecnologías y acceso a fuentes de financiación; 4) la dimensión autorreconocimiento explicada por las variables aptitudes tecnológicas, actitud de riesgo y creencia en el propio desempeño; 5) la dimensión comunicación explicada por la variable comunicación de la información de las tecnologías; y 6) la dimensión familiar explicada por las variables relevo generacional, y el plan individual y familiar de gestión tecnológica. A continuación, se presenta la discusión de cada una de las dimensiones con sus respectivas variables.

Utilidad percibida

Incluye dos variables: 1) *características de las tecnologías*, y 2) *conocimiento previo de las tecnologías*. La utilidad percibida se define como la probabilidad subjetiva de una persona para utilizar una tecnología o aplicación específica de un sistema de información, que le permita aumentar su rendimiento, incrementar la productividad y la eficiencia del trabajo (Davis 1989), permitiendo, como planteó Rosario et al. (2012), mayor planificación y priorización de las tareas. Por su parte, el *conocimiento previo de las tecnologías* coincide con los hallazgos de López y Bernal (2023), quienes plantearon que la activación de los conocimientos previos en las personas impulsa la motivación intrínseca y el interés por el autoconocimiento de tecnologías, facilitando a las personas imaginarse posibles soluciones que les pueda ofrecer la aplicación de las tecnologías.

Dimensión facilidad de uso percibido

Incluye una variable: *percepción sobre la facilidad de uso de las tecnologías*, que tiene que ver con el grado en que una persona cree que el uso de un sistema particular está libre de esfuerzo (Davis, 1989). La facilidad de uso está condicionada por actitudes como la ansiedad, que tiene que ver con el grado de presión o incluso el miedo que sienten las personas al enfrentarse a la posibilidad de usar una herramienta tecnológica, cualquiera que sea; también, tiene que ver con la alegría o disfrute que sienten las personas en el momento de interactuar con una tecnología y quererla llevar a la práctica (Venkatesh y Bala, 2008).

La *percepción sobre la facilidad de uso* está en concordancia con los hallazgos de Yong et al. (2010), quienes determinaron que esta variable guarda una relación estrecha con el resultado de uso de las tecnologías; esto es apoyado por López y Valdés (2020), quienes corroboraron que para tener éxito en un proceso de aceptación tecnológica es necesario que se perciban como fáciles para que se incremente un desarrollo de competencias en las personas al mismo tiempo que se cierran barreras en la gestión de ese conocimiento; no obstante, como mencionaron Sánchez et al. (2017), eso depende también en gran medida de la actitud del sujeto hacia el uso, ya que la actitud de resistencia al cambio permite predecir positivamente la intención o no de usar tecnologías.

Dimensión facilidad de acceso

Incluye dos variables: 1) *costo de las tecnologías*, y 2) *acceso a fuentes de financiación* para la incorporación de la tecnología. La facilidad de acceso a la tecnología se considera que debe responder a las necesidades de todas las personas para que puedan acceder, dominar y utilizar la tecnología como una herramienta de empoderamiento para el desarrollo de los procesos productivos, ya que es un tema prioritario clave de acceso equitativo para la sociedad actual y futura (FAO, 2019).

El *costo de las tecnologías* concuerdan con lo encontrado por la FAO (2019) y la Unesco (2023), quienes proclamaron que las tecnologías, en general, tiene un alto costo para su adquisición, que su costo excede el presupuesto de las personas e incluso, exceden el presupuesto de muchos países con economías emergentes que presentan infraestructura tecnológica deficiente, elevados costos del internet y cobertura limitada, así como también, mínimos niveles de alfabetización electrónica, pocas aptitudes digitales y escaso acceso a los servicios, llevando a que las zonas rurales corran el riesgo de quedarse en la retaguardia de los procesos de digitalización y de adopción tecnológica; de ahí, que estas instituciones incluyeran dentro de sus propuestas fortalecer el costo de la inversión de las tecnologías.

Este estudio también concuerda con los hallazgos de éstas instituciones, en términos del *acceso a fuentes de financiación*, planteando como retos incentivar subsidios, préstamos con bajas tasas de interés, fondos rotatorios, alianzas, recursos derivados de proyectos, subvenciones y contrapartidas, entre otras estrategias de financiación, que faciliten el apoyo a los agricultores para que puedan implementar tecnologías que les permita tomar mejores decisiones que impacten de manera positiva los rendimientos productivos, el ambiente y sus medios de vida.

Así mismo, el resultado del *acceso a fuentes de financiación* es consistente con el estudio de Restrepo *et al.* (2022), quienes la resaltaron como un factor clave para el desarrollo de actividades de innovación en Colombia, mereciendo orientación en la gestión para el acceso a recursos de manera eficiente y oportuna, así como apoyo a través de políticas que garanticen financiar el acceso a innovaciones tecnológicas.

Dimensión autorreconocimiento

Incluye tres variables: 1) *aptitudes digitales*, 2) *actitud de riesgo* y 3) *creencia en el propio desempeño*. El autorreconocimiento que tiene el productor de su propia identidad lo prepara de antemano para encarar la vida de manera consciente y crítica, reconociendo tanto sus limitaciones como sus oportunidades, así como sus fortalezas y desafíos. Esto implica que el productor debe asumir la responsabilidad de cumplir con las tareas que se le propongan dentro de su plan de trabajo, cumpliendo con los plazos establecidos y enfrentando las consecuencias de sus acciones y decisiones (Alda *et al.*, 2012).

El resultado de las *aptitudes digitales* es consistente con los hallazgos de la FAO (2019) y el estudio de Chasipanta y Corrales (2023), quienes anunciaron que la digitalización está generando una necesidad urgente de desarrollar aptitudes y habilidades digitales en las familias para el manejo de dispositivos, programas y aplicaciones que les permita tomar decisiones respecto a sus sistemas productivos; esto implica, por un lado, invertir en el desarrollo de aptitudes digitales en diversos temas a través modelos de capacitación, de manera presencial y virtual, para que los agricultores y sus familias, se sientan estimulados en la adopción de tecnologías; a su vez, Unesco (2023), señaló la importancia de invertir también en conocimientos y actitudes para que las personas generen valor a sus vida personales para que reciban la tecnología de manera crítica de tal forma que puedan protegerse de los riesgos y actúen de manera responsable para no dañar a otros.

Respecto al resultado *actitud de riesgo*, los agricultores temen asumir riesgos en la adopción de tecnologías que les son desconocidas, esto concuerda con los hallazgos Alda *et al.* (2012) y Jha *et al.* (2021), quienes indicaron, que la resistencia al cambio en los agricultores se manifiesta a través de la actitud de evitar riesgos que dificulten la adopción de nuevas tecnologías, pues esta reticencia surge del miedo a implementar prácticas inciertas en el campo, donde siempre existe la preocupación de perder lo que se está produciendo, sin embargo, es crucial que los agricultores no vean el riesgo como una barrera insuperable, sino como una oportunidad de cambio y crecimiento personal.

La *creencia en el propio desempeño* concuerda con los hallazgos de Blandi *et al.* (2011), quienes corroboraron que las personas, con alta creencia en el propio desempeño o autoconfianza psicológica, tienden a adaptarse mejor socialmente a diversas situaciones, siempre y cuando estén convencidas de su capacidad para llevar a cabo sus tareas o funciones con determinación, confiando en alcanzar el éxito en cada una de sus tareas mediante el esfuerzo, incluso, en medio de situaciones o experiencias adversas.

Dimensión comunicación

Incluye una variable que corresponde a la *comunicación de la información de las tecnologías*. La comunicación es uno de los elementos primordiales en un proceso educativo debido a que interviene en el cambio de mentalidad del campesinado y en su desarrollo sociocultural, transformando enormemente la comunidad rural (Hernández, 2023) en la medida que se comunican los procesos de innovación a través del diálogo de saberes (Solleiro *et al.*, 2020).

Desde este marco, la *comunicación* es una herramienta que desempeña un papel fundamental en el ámbito agropecuario en términos de permitir transmitir información a una persona o a grupos específicos para facilitar la adopción de innovaciones, asegurando que el conocimiento esté disponible para aquellos que lo necesitan. La variable comunicación coincide con los hallazgos de Cadena *et al.* (2018), quienes plantearon que la comunicación, fundamentalmente asertiva, puede llevar a que las familias consideren o no la decisión de adoptar tecnologías, esto dependerá de su interés, de su percepción frente a los mínimos efectos colaterales que se produzcan al adoptar tecnologías específicas, del costo y de las ventajas que perciban; de acuerdo con esto, el extensionismo de hoy, debe considerar la comunicación como un componente fundamental en el proceso de la comunicación de la información de las tecnologías, debido a que su difusión a través del voz a voz y la emulación hace parte del proceso de toma de decisiones entre los productores, en particular en aquellos que buscan implementar el desarrollo tecnológico y adquirir habilidades, para lo cual, los extensionistas deberán prepararse en términos de contar con múltiples herramientas para realizar la labor de adopción de conocimiento con las familias agricultoras.

Lo anterior coincide con los hallazgos del estudio de Galindo (2004), quién mencionó que el medio de comunicación más usado para la difusión y adopción de tecnologías son los mismos agricultores, quienes se convierten en una estrategia de comunicación

interpersonal en la medida que transfieren y dialogan con sus vecinos, familiares y grupos sociales sobre los resultados obtenidos de la aplicación de tecnologías, lo anterior también es apoyado por Hernández (2023), quién sostuvo que transferir información, a través de la voz a voz de los campesinos, debe corresponder a sus creencias y a sus conocimientos, los cuales, representan un insumo para su subsistencia.

Dimensión familiar

Incluye dos variables: 1) *relevo generacional* y 2) *plan individual y familiar de gestión tecnológica*. En este contexto, la variable *relevo generacional* concuerda con el estudio de Pardo (2017), donde describe la importancia de fortalecer el factor relevo generacional en la agricultura a pequeña escala para mitigar el abandono de la agricultura, debido a que los jóvenes se niegan a asumir el trabajo en el campo por la difícil condición laboral, la violencia, por las limitadas oportunidades educativas y por la misma dificultad para acceder a la tierra por sus altos costos especulativos.

No obstante, el estudio de Rodríguez *et al.* (2003), dentro de sus hallazgos señaló que un sector de las nuevas generaciones, que están más articuladas con las ciudades, les interesa la agroecología, el turismo, el patrimonio, entre otras cosas relacionadas con el campo y los territorios, que según Rodríguez (2022), hay que potencializar mediante procesos educativos que susciten en los jóvenes nuevas ideas asociadas con la adopción de tecnologías.

Desde este punto de vista, el estudio de Rodríguez *et al.* (2003), señala también la importancia de la agricultura familiar campesina, debido a que tiene, en la juventud y en la mujer rural, actores decisivos para dirigirse a la sostenibilidad, la competitividad y la equidad; por lo cual, es fundamental el papel que cumple el conocimiento en el desarrollo de ideas tecnológicas en estos actores territoriales para posicionar los temas tecnológicos no solamente entre las familias, sino también a través de políticas públicas de desarrollo agrícola.

El resultado de la variable *plan individual y familiar de gestión tecnológica*, concuerda con las directrices de la FAO (2019), en el sentido de posicionar temas tecnológicos en las familias a través de planes individuales y familiares de gestión tecnológica que apunten a una transformación cultural mediante el fortalecimiento de aptitudes digitales como el uso del internet, uso de las redes sociales y el uso de la telefonía móvil, creando un espíritu agroempresarial a través de una verdadera alfabetización digital en doble vía, de extensionistas a las familias y de las familias a los extensionistas.

4.2 Rúbrica de evaluación del MATEA

Se diseñó una rúbrica de evaluación del nivel de las dimensiones que conforman el MATEA, la cual aplicada previo a la actividad de difusión de TE permite identificar los aspectos a mejorar para lograr mejores resultados en el proceso (Tabla 1).

Dimensiones	Variables	Nivel en que se encuentra cada agricultor y sus familias				
		1	2	3	4	5
1. Utilidad Percibida (UP)	1.1 Características de las tecnologías: (riego y siembra automatizada, sistema de planificación por drones, agricultura de precisión, software especializado para el sector agrícola, inteligencia artificial, uso de TICs, Internet de las cosas (IoT))	No considero que las características de estas tecnologías se adapten a mis necesidades y proporcionen información útil para la toma de decisiones de mi sistema productivo	Las características de estas tecnologías se adaptan muy poco a mis necesidades y proporcionan muy poca información útil para la toma de decisiones de mi sistema productivo	Las características de estas tecnologías se adaptan poco a mis necesidades y proporcionan poca información útil para la toma de decisiones de mi sistema productivo	Las características de estas tecnologías se adaptan medianamente a mis necesidades y proporcionan medianamente información útil para la toma de decisiones de mi sistema productivo	Las características de estas tecnologías se adaptan completamente a mis necesidades y proporcionan información muy útil para la toma de decisiones de mi sistema productivo
	1.2 Conocimiento previo de las tecnologías	No conozco sobre estas tecnologías	Conozco muy poco sobre estas tecnologías	Conozco poco sobre estas tecnologías, con habilidades básicas en alguna de ellas	Conozco sobre estas tecnologías, con habilidades intermedias en alguna de ellas	Conozco y aplico totalmente estas tecnologías

Elemento	Variable	Nivel en que se encuentra cada agricultor y sus familias				
		1	2	3	4	5
2. Facilidad de Uso Percibido (FU)	2.1 Percepción sobre la facilidad de uso de las tecnologías	Considero imposible utilizar estas tecnologías	Considero muy difícil utilizar estas tecnologías	Considero difícil utilizar estas tecnologías	Considero fácil utilizar estas tecnologías	Considero muy fácil utilizar estas tecnologías
3. Facilidad de Acceso (FA)	3.1 Costo de las tecnologías	Considero que el costo de adquisición de estas tecnologías es muy elevado	Considero que el costo de adquisición de estas tecnologías es elevado	Considero que el costo de adquisición de estas tecnologías es moderado	Considero que el costo de adquisición de estas tecnologías es bajo porque cuento con una condonación del capital hasta del 20% como Incentivo de Capitalización Rural (ICR)	Considero que el costo de adquisición de estas tecnologías es muy bajo porque cuento con una condonación del capital hasta del 40% como Incentivo de Capitalización Rural (ICR)
	3.2 Acceso a fuentes de financiación para la incorporación de la tecnología	No tengo acceso a fuentes de financiamiento para la adquisición de tecnologías	Tengo muy poco acceso a fuentes de financiamiento para la adquisición de tecnologías	Tengo poco acceso a fuentes de financiamiento para la adquisición de tecnologías	Tengo acceso a fuentes de financiamiento para la adquisición de tecnologías sólo a través de cooperativas agrícolas	Tengo acceso a diversificadas fuentes de financiamiento para la adquisición de tecnologías

Elemento	Variable	Nivel en que se encuentra cada agricultor y sus familias				
		1	2	3	4	5
4. Autorreconocimiento (AR)	4.1 Aptitudes tecnológicas	No me interesa recibir orientación de profesionales con experiencia para el uso de las tecnologías	Me interesa, pero No tengo orientación de profesionales con experiencia para el uso de las tecnologías	Me interesa, pero tengo muy poca orientación de profesionales con experiencia para el uso de las tecnologías	Me interesa y tengo acompañamiento permanente y orientación de profesionales con experiencia para el uso de las tecnologías, pero sin planificación	Me interesa y tengo acompañamiento permanente y orientación de profesionales con experiencia para el uso de las tecnologías con planificación
	4.2 Actitud de riesgo	No estoy dispuesto(a) a asumir riesgos implementando tecnologías en mi sistema productivo	Estoy dispuesto(a) a asumir muy pocos riesgos implementando tecnologías en mi sistema productivo	Estoy dispuesto(a) a asumir pocos riesgos implementando tecnologías en mi sistema productivo	Estoy dispuesto(a) a asumir riesgos implementando tecnologías en mi sistema productivo, pero solo solo si tengo apoyo de asistencia técnica	Estoy dispuesto(a) a asumir muchos riesgos implementando tecnologías en mi sistema productivo, pero solo solo si tengo apoyo de asistencia técnica y de un profesional extensionista que me acompañe
	4.3 Creencia en el propio desempeño	No creo en mi desempeño para aprender y realizar las actividades de mi finca relacionadas con la aplicación de tecnologías	Creo muy poco en mi desempeño para aprender y realizar las actividades de mi finca relacionadas con la aplicación de tecnologías	Creo poco en mi desempeño para aprender y realizar las actividades de mi finca relacionadas con la aplicación de tecnologías	Creo en mi desempeño para aprender y realizar las actividades de mi finca relacionadas con la aplicación de tecnologías, pero no tomo decisiones	Creo totalmente en mi desempeño para aprender y realizar las actividades de mi finca relacionadas con la aplicación de tecnologías y tomo decisiones

Elemento	Variable	Nivel en que se encuentra cada agricultor y sus familias				
		1	2	3	4	5
5. Comunicación (C)	5.1 Comunicación de la información de las tecnologías	La información sobre las tecnologías está concentrada solo en una sola persona y no la comunica a otras personas	La información sobre las tecnologías está concentrada solo en el productor, pero comunica a su pareja solo alguna información puntual	La pareja utiliza y se comunica constantemente la información sobre las tecnologías sin incluir a otros miembros de la familia para la toma de decisiones y resolución de problemas	La pareja utiliza y comunica constantemente la información sobre las tecnologías solo a algunos miembros de la familia para la toma de decisiones y resolución de problemas	La pareja utiliza y comunica constantemente la información sobre las tecnologías a todos los miembros de la familia para la toma de decisiones y resolución de problemas
6. Familia (F)	6.1 Plan individual y familiar de gestión tecnológica	No conocen qué es un plan individual y familiar de gestión tecnológica y tampoco tiene uno	Tienen algún conocimiento de qué es un plan individual y familiar de gestión tecnológica pero no tienen uno	Tienen un plan individual y familiar de gestión tecnológica pero no lo ejecutan	Tienen un plan individual y familiar de gestión tecnológica y han logrado el 50% de las actividades del plan para cumplir las metas	Tienen un plan individual y familiar de gestión tecnológica y han logrado más del 80% de las actividades del plan para cumplir las metas
	6.2 Relevó generacional	No hay jóvenes o se fueron porque no tienen su proyecto de vida en la finca	Hay jóvenes, pero no participan en los procesos educativos tecnológicos ni en las actividades productivas de la finca y no ven la finca como proyecto de vida	Hay jóvenes, participan en los procesos educativos tecnológicos y en las actividades productivas de la finca, pero no influyen en toman decisiones sobre el manejo de la finca y no la ven como proyecto de vida	Hay jóvenes, participan en los procesos educativos tecnológicos y en las actividades productivas de la finca e influyen en toman decisiones sobre el manejo de la finca, pero no la ven como proyecto de vida	Hay jóvenes, participan en los procesos educativos tecnológicos y en las actividades productivas de la finca y toman decisiones sobre el manejo de la finca y la ven como un proyecto de vida

Tabla 1. Rúbrica de evaluación del nivel de las dimensiones que conducen a la adopción de tecnologías emergentes

4.3 Ruta para la implementación del MATEA

Se diseñó una caja de herramientas con recursos y estrategias metodológicas y prácticas que se utilizan para facilitar y promover la adopción de TE agropecuarias en las familias, ayudando a gestionar los desafíos asociados con la introducción de tecnologías para aportar soluciones en el sector agropecuario sosteniblemente. Está compuesta por once (11) herramientas, que ayudarán a fortalecer las seis (6) dimensiones que conforman el MATEA.

La caja de herramientas proporciona un material de capacitación específica para que los extensionistas comuniquen de manera efectiva los beneficios de las nuevas tecnologías emergentes a los agricultores; apoyen la adquisición de habilidades y conocimientos necesarios para la adopción de TE; fomenten la participación activa y la aceptación de nuevas prácticas y; gestionen el cambio y superen posibles resistencias dentro de la comunidad ante la introducción de TE.

Para la implementación de la caja de herramientas metodológicas, la hoja de ruta incluye acciones como: 1) diagnóstico territorial, la cual incluye la detección de actores relevantes en la comunidad y la exploración de potencialidades y necesidades en el territorio; 2) priorización de necesidades y potencialidades de las familias en el territorio, la cual, incluye tanto la selección del perfil de las familias campesinas como la selección del perfil axiológico y virtudes cardinales del extensionista; y 3) implementación de la caja de herramientas.

Diagnóstico territorial

El diagnóstico del territorio se presenta como un componente fundamental para levantar la línea base de información de los agricultores y familias que tienen presencia en el territorio (Concha *et al.*, 2022). Para realizar un diagnóstico territorial comunitario implica tener en cuenta:

i) Detección de actores relevantes en la comunidad

Consultar con las personas que se tengan contacto al interior de la comunidad, instituciones u organizaciones sobre los posibles participantes, como productores y sus familias, el deseo, la disponibilidad, el interés y la voluntad de participar en los procesos de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura.

ii) Exploración de potencialidades y necesidades en el territorio

Reunir información relevante de las comunidades del territorio como datos demográficos, ubicación geográfica, información económica, vocación productiva, edad, infraestructura tecnológica instalada, tamaño de la unidad agrícola familiar, número de integrantes de la familia, formación en adopción de tecnologías, fuentes de financiación y pertenencia a organizaciones sociales legalmente constituidas.

Priorización de necesidades y potencialidades de las familias en el territorio

La priorización de necesidades y potencialidades sobre la adopción de tecnologías emergentes en la agricultura bajo un enfoque participativo implica conocer i) el perfil de las familias campesinas, y ii) el perfil axiológico y virtudes cardinales del extensionista.

i) Selección del perfil de las familias campesinas

El perfil de las familias son personas, como niños jóvenes, adultos, adultos mayores, mujeres, etnias, víctimas, firmantes de paz y productores, con niveles educativos variados y con vocación productiva agropecuaria variada, que tengan la disponibilidad de tiempo para participar en procesos de adopción de tecnologías emergentes, de manera presencial y digital, con la familia y de forma grupal.

Las familias y los participantes deben de contar con tan solo un dispositivo móvil tipo smartphone o computadora; señal de internet, con cobertura de banda ancha móvil en zonas rurales para que puedan conectarse a la red sin interrupciones y descargar material didáctico e informativo; tener diadema con micrófono; tener actitud de participación, interés y disposición para aprender; y llevar a la práctica lo que aprende a través del diálogo de saberes. También, las personas deben desarrollar los contenidos y evaluaciones de los talleres, y cumplir con una asistencia mínima del 80% a los talleres que se van a implementar en la intervención con ellos, con el fin, de que también puedan obtener un certificado de participación (DANE, 2023).

ii) Selección del perfil axiológico y virtudes cardinales del extensionista

El perfil del axiológico del extensionista está orientado a una persona que tiene valores y creencias fundamentales que guían su comportamiento, decisiones y percepción del mundo, estos valores pueden variar ampliamente de una persona a otra y se desarrollan a lo largo de la vida por influencias culturales o educativas que haya tenido la persona en su trayectoria de vida, valores como la honestidad, la justicia, la solidaridad, la libertad, la igualdad, entre otros importantes en los extensionistas, así como la moral, la ética y la espiritualidad (Martínez, 2009).

Los extensionistas deben lograr una verdadera participación de las comunidades asistidas en todo el proceso de intervención, para que las comunidades hagan suyo el éxito o el fracaso, entreguen lo mejor de sí mismas para el lograr la adopción de tecnologías emergentes, pues está demostrado que la comunidad por muy modestas y sencillas que sean, cuando se les invita a participar en procesos de mejoramiento individual, familiar y grupal, generan diversas alternativas a sus problemas, convirtiéndolas en seres autosuficientes, forjadores de su propio destino (Martínez, 2009), y en replicadores embajadores comunicantes del conocimiento entre las comunidades.

El extensionista deberá ser un animador, que proponga a las familias tener en cuenta dimensiones para la adopción de conocimiento desde la creatividad como un proceso lúdico, despertando en sus participantes la alegría de conocer y crear, fomentando la cooperación, el trabajo en equipo y la dinámica de grupo y familiar (Martínez, 2009).

El extensionista deberá tener, según Leighton y Sternberg (2003), características personales que representan la base de las virtudes cardinales como aprender a escuchar a las personas, interés por los problemas de las familias, con una alta comprensión y empatía, especial talento de autoconocimiento y de autoconciencia, habilidad de observación con una perspectiva amplia de los problemas territoriales y con habilidades resilientes para orientar situaciones difíciles que se presenten en el ámbito local y familiar.

Implementación de la Caja de Herramientas

La caja de herramientas se usa dependiendo de los diferentes perfiles de los individuos, familias y grupos, de acuerdo con los distintos niveles de conocimientos, habilidades y estilos de aprendizaje de las personas, y de acuerdo con las necesidades que haya que fortalecer en términos familiares y grupales. El número de participantes se estima entre 3 y 15 personas y se usa en sesiones presenciales o virtuales con tiempos delimitados, en ambientes de aprendizaje confortables, seguros y prácticos.

Para aplicar la caja de herramientas, previamente el extensionista debe aplicar la rúbrica a los agricultores y sus familias para conocer el nivel que tienen en cada una de las dimensiones, como son: 1) la dimensión utilidad percibida medida por las variables características de las tecnologías y conocimiento previo de las tecnologías; 2) la dimensión facilidad de uso percibido medida por la variable percepción sobre la facilidad de uso de las tecnologías; 3) la dimensión facilidad de acceso medida por las variables costo de las tecnologías y acceso a fuentes de financiación; 4) la dimensión autorreconocimiento medida por las variables aptitudes tecnológicas, actitud de riesgo y creencia en el propio desempeño; 5) la dimensión comunicación medida por la variable comunicación de la información de las tecnologías; y la 6) la dimensión familiar medida por las variables relevo generacional, y el plan individual y familiar de gestión tecnológica. Posteriormente, si el nivel de las personas es menor o igual a 3, el extensionista a cargo deberá fortalecer cada dimensión con sus respectivas variables a través de la caja de herramientas (Figura 2).

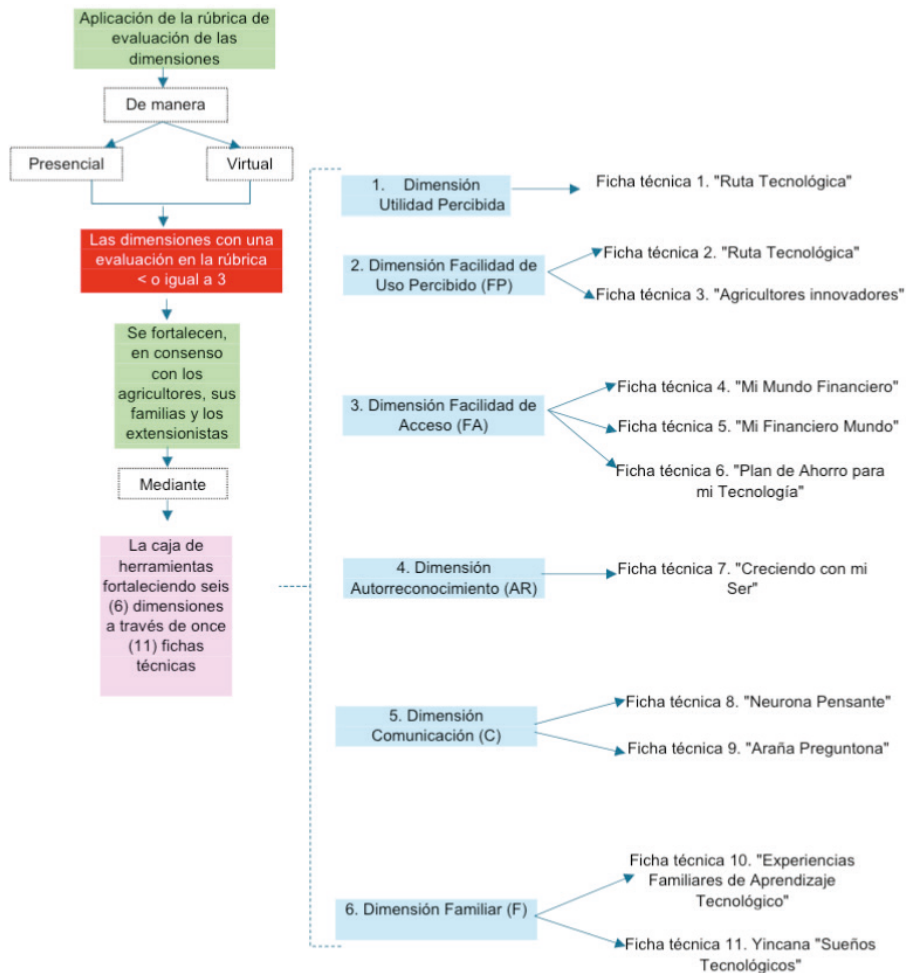


Figura 2. Esquema que orienta la implementación de la Caja de herramientas de acuerdo con las dimensiones a fortalecer

5 | CONCLUSIONES

Se concluye que el modelo de adopción de tecnologías emergentes en la agricultura para la apropiación en los Laboratorios Territoriales, está conformado por seis dimensiones como son la utilidad percibida explicada por las variables características de las tecnologías y conocimiento previo de las tecnologías; la facilidad de uso percibido explicada por la variable percepción sobre la facilidad de uso de las tecnologías; la facilidad de acceso explicada por las variables costo de las tecnologías y acceso a fuentes de financiación; el autorreconocimiento explicada por las variables aptitudes tecnológicas, actitud de riesgo y creencia en el propio desempeño; la comunicación explicada por la variable comunicación de la información de las tecnologías; y la dimensión familiar explicada por las variables relevo generacional y el plan individual y familiar de gestión tecnológica

La rúbrica diseñada permitirá la evaluación del nivel en que se encuentra el grupo de agricultores en cada dimensión para que el extensionista, a través de la caja de herramientas metodológicas, pueda implementar acciones previas al proceso de la adopción de tecnologías emergentes en la agricultura.

La relevancia práctica del MATEA es que se convierte en un instrumento para que los extensionistas y diferentes instituciones dedicadas a la extensión y el desarrollo agropecuario, motiven comportamientos entre las personas para que acepten, apropien e implementen tecnologías emergentes en la agricultura.

Se recomienda realizar futuros estudios que aborden la validación del modelo en procesos de extensión bajo la metodología de LT que permitan establecer su eficacia en el mejoramiento de la adopción de tecnologías emergentes e identificar otros aspectos que contribuyan a robustecer el modelo.

La principal limitación que tuvo este estudio es que se tuvo en cuenta un grupo de expertos muy reducido, pertenecientes a una sola organización y un territorio limitado; para futuros estudios se sugiere realizar procesos de validación del modelo con grupos más amplios.

AGRADECIMIENTOS

Este capítulo hace parte del desarrollo de los Laboratorios Territoriales del Grupo de Investigación Agrociencias, Biodiversidad y Territorio – GAMMA – en el marco del proyecto “Desarrollo de una plataforma de agricultura inteligente y autónoma energéticamente para el monitoreo continuo de variables relevantes orientada a mejorar la productividad y mitigar el impacto ambiental en cultivos hortofrutícolas de Antioquia y Quindío” “código BPIN 2022000100012”, financiado con recursos de Sistema General de Regalías.

REFERENCIAS

ACIKGOZ, F.; ELWALDA, A.; DE OLIVEIRA, M. Curiosity on cutting-edge technology via theory of planned behavior and diffusion of innovation theory. **International Journal of Information Management Data Insights**, v. 3, n. 1, p. 1–15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2022.100152>.

AGENCIA DE DESARROLLO RURAL (ADR). Reglamento para proyectos integrales de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial. 2019. Disponible en: <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Manual-PIDAR-2019-V1-06.06.2019.pdf>. Acceso en: 20 ene. 2025.

AGUILAR, N. et al. Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. **Estudios Gerenciales**, v. 32, n. 140, p. 197–207, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>.

ALDA, R.; VILLARDÓN, L.; ELEXPURU, I. Propuesta y validación de un perfil de competencias de la persona emprendedora: implicaciones para la formación. **Journal of Research in Educational Psychology**, v. 10, n. 3, p. 1056–1080, 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2931/293124654006.pdf>. Acceso en: 20 ene. 2025.

AMARO, M.; DE GORTARI, R. Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz. **Economía Informa**, v. 400, p. 86–104, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.09.006>.

AMINI, M.; JAHANBAKHS, N. A multi-perspective framework established on Diffusion of Innovation (DOI) Theory and Technology, Organization and Environment (TOE) Framework toward supply chain management system based on cloud computing technology for small and medium enterprises. **International Journal of Information Technology and Innovation Adoption**, v. 11, n. 8, p. 1217–1234, 2023. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4340207. Acceso en: 20 ene. 2025.

ANGULO, E.; NEGRÓN, M. Modelo holístico para la gestión del conocimiento. **Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales**, v. 11, n. 4, p. 38–51, 2008. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/782/78241104.pdf>. Acceso en: 20 ene. 2025.

BANCO MUNDIAL. Desarrollo digital. 2024. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/digitaldevelopment/overview>. Acceso en: 20 ene. 2025.

BLANDI, M.; SARANDON, S.; PEREIRA, I. La “autoeficacia”: un indicador de la conducta sustentable. Su importancia para el logro de sistemas hortícolas sustentables en La Plata, Argentina. **Cuadernos de Agroecología**, v. 6, n. 2, p. 1–6, 2011. Disponible en: <https://revista.aba-agroecologia.site/cad/article/view/11233>. Acceso en: 20 ene. 2025.

CADENA, P.; GUEVARA, F.; ARGÜELLO, R.; RENDÓN, R. Proceso de comunicación, extensionismo y adopción de tecnologías. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 9, n. 4, p. 851–864, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1401>.

CASTAÑO, C.; RODRÍGUEZ, H.; PÉREZ, R. Diseño de un índice para medir la percepción de las competencias básicas del extensionista agropecuario. **Revista Jangwa Pana**, v. 20, n. 3, p. 540–2021, 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5880/588072488009/html/>. Acceso en: 20 ene. 2025.

CHASIPANTA, A.; CORRALES, J. Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná. **Revista G-Ner@ndo**, v. 4, n. 2, p. 848–869, 2023. Disponible en: <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/173/157>. Acceso en: 20 ene. 2025.

CHAVARRÍA, A.; PINEDA, T.; HOME, A. **El diálogo entre núcleos veredales. Caja de herramientas metodológicas para facilitadores(as) de diálogo en el marco de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)**. 2017. Disponible en: <https://berghof-foundation.org/library/el-di%C3%A1logo-en-los-n%C3%BAcleos-veredales>. Acceso en: 20 ene. 2025.

CONCHA, C.; SÁNCHEZ, G.; ROJAS, C. Diagnóstico socio territorial participativo: una estrategia que articula las necesidades de la sociedad con la formación universitaria. **Formación Universitaria**, v. 15, n. 6, p. 49–58, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000600049>.

CUEVAS, V.; ESPEJEL, A.; BARRERA, A.; SOSA, M. Redes sociales y actores relevantes para la difusión de innovaciones y conocimiento en los territorios rurales. **Spanish Journal of Rural Development**, v. 4, p. 1–14, 2014.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). **Caracterización sociodemográfica del campesinado colombiano**. 2023. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas-casen/doc-CASEN-CaracsociodemoCampesinadoCO.pdf>. Acceso en: 20 ene. 2025.

DIBBERN, T.; SANTOS, L.; FONSECA, S. Main drivers and barriers to the adoption of digital agriculture technologies. **Smart Agricultural Technology**, v. 8, p. 1–10, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.attech.2024.100459>.

FERNÁNDEZ, H.; KING, K.; ENRÍQUEZ, C. Revisiones sistemáticas exploratorias como metodología para la síntesis del conocimiento científico. **Enfermería Universitaria**, v. 17, n. 1, p. 87–94, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2020.1.697>. Acceso en: 20 jan. 2025.

GALINDO, G. Estrategias de difusión de innovaciones agrícolas en México. **Revista Chapingo Serie Zonas Áridas**, v. 3, p. 73–79, 2004. Disponible en: <https://test.chapingo-cori.mx/revistas/articulos/doc/rchszalll910.pdf>. Acceso en: 20 jan. 2025.

GAVITO, M. et al. Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, p. 150–160, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>. Acceso en: 20 jan. 2025.

GONZÁLEZ, I. et al. El panel de expertos como técnica de validación de contenido. Aplicación práctica en la definición del perfil profesional de la educación social. In: AIDIPE (Ed.). **Actas XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa. Interdisciplinaridad y transferencia**. AIDIPE, 2017. p. 1121–1128. Disponible en: https://aidipe2017.aidipe.org/files/2017/07/ACTAS_AIDIPE_2017.pdf. Acceso en: 20 jan. 2025.

HERNÁNDEZ, H. La comunicación como componente educativo para el campesino en Acción Cultural Popular (ACPO), Colombia 1954-1974. **Historia y Grafía**, n. 60, p. 345–382, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.48102/hyg.vi60.430>. Acceso en: 20 jan. 2025.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA); PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO Y AGROINDUSTRIAL DEL CONO SUR (PROCISUR); EJE TRANSVERSAL INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (ETIT); PROGRAMA DE DESARROLLO TERRITORIAL Y AGRICULTURA FAMILIAR (PDTAF). **Manual de agricultura de precisión**. Ed. Chartuni Mantovani, C.; Magdalena, Evandro. Uruguay: IICA, 2014. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2972>. Acesso em: 20 jan. 2025.

JARAMILLO, C.; CID, B.; CANCINO, R. Adopción de tecnologías por productores agrícolas de la localidad Cosmito, región del Biobío, Chile. **Agroalimentaria**, v. 24, n. 47, p. 179–197, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1992/199260579011/html/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

JHA, S.; KAEICHELE, H.; SIEBER, S. Factors influencing the adoption of agroforestry by smallholder farmer households in Tanzania: case studies from Morogoro and Dodoma. **Land Use Policy**, v. 103, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105308>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KHANH, N.; DO, L.; NGOC, N. Tea farmers' intention to participate in livestream sales in Vietnam: the combination of the Technology Acceptance Model (TAM) and barrier factors. **Journal of Rural Studies**, p. 408–417, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.05.023>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KREMER, M. **O papel das tecnologias emergentes na agricultura digital: um panorama geral**. Anais Do II CoBICET - Trabalho Completo, v. 1, p. 1–8, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354294757_O_Papel_das_Tecnologias_Emergentes_na_Agricultura_Digital_um_Panorama_Geral. Acesso em: 20 jan. 2025.

LEIGHTON, J.; STERNER, R. **The nature of reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LEÓN, W.; MONTAGUANO, J. TIC TAC TEP en Educación: estrategias y beneficios de su implementación. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, v. 7, n. 5, p. 8917–8938, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8462. Acesso em: 20 jan. 2025.

LIU, M. A study of mobile sensing using smartphones. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 9, n. 3, p. 1–11, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2013/272916>. Acesso em: 20 jan. 2025.

LÓPEZ, E.; BERNAL, C. **Educación, tecnología, innovación y transferencia de conocimiento**. 1. ed. Madrid: DYKINSON, S.L., 2023. Disponível em: <https://www.dykinson.com/media/pdf/INDICE978-84-1170-570-7.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

LÓPEZ, L.; LÓPEZ, J. Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal. **Cadernos EBAPE**, v. 9, n. 1, p. 176–196, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512011000100011>. Acesso em: 20 jan. 2025.

LÓPEZ, N.; VALDÉS, J. Utilidad y facilidad de uso percibida: desafíos tecnológicos en una modalidad b-learning. **IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH**, v. 11, p. 1–18, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.938. Acesso em: 20 jan. 2025.

MARTÍNEZ, M. Dimensiones básicas de un desarrollo humano integral. **Polis Revista Latinoamericana**, p. 1–17, 2009. Disponível em: <https://journals.openedition.org/polis/1802?lang=en#quotation>. Acesso em: 20 jan. 2025.

MINISTÉRIO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES DA COLÔMBIA (MinTIC). **Guia com lineamentos gerais para o uso de tecnologias emergentes**. Bogotá: MinTIC, 2022. p. 1–39. Disponível em: https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-160829_Guia_Tecnologias_Emergentes.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). **Tecnologias digitais na agricultura e nas áreas rurais: documento de orientação**. Roma: FAO, 2019. p. 1–26. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/def3baab-d313-4158-9741-deb4418ad3ce/content>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo: guia para a coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. ed. Madrid: Grupo Tragsa, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Innovation and modernising the rural economy**. Paris: OECD, 2009. p. 1–12. Disponível em: <https://www.oecd.org/regional/regional-policy/Innovation-Modernising-Rural-Economy.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

PARDO, R. **Diagnóstico de la juventud rural en Colombia. Grupos de diálogo rural, una estrategia de incidencia**. 2017. 1–43. Disponible en: https://rimisp.org/wp-content/files_mf/1503000650Diagn%C3%B3sticodelajuventudruralenColombia.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

RESTREPO, C.; SEPÚLVEDA, C.; URIBE, J. Fuentes de financiación para la innovación, según grado de innovación de las empresas de los sectores servicios y comercio en Colombia. **Revista CEA**, v. 8, n. 18, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/24223182.1968>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RODRÍGUEZ, A.; ECHEVERRI, R.; PORTILLA, M. **El enfoque territorial del desarrollo rural**. San José: IICA, 2003. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7536/BVE19039821e.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RODRÍGUEZ, H.; GUACANEME, C.; AGUILAR, V.; ZAPATA, N.; CERÓN, M. **Proyecto Educativo de los Laboratorios Territoriales (PELT) y Modelo Antropogógico de Extensión Agropecuaria (MAEA)**. Biogénesis, 2022. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/issue/view/4165/877>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RODRÍGUEZ, U. Análisis del escaso relevo generacional desde los modelos de desarrollo rural en Colombia. **Agricolae & Habitat**, v. 5, n. 2, p. 23–40, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/26653176.5901>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ROGERS, E. **Diffusion of innovations**. A Division of Macmillan Publishing, 1962. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/innovacion/lecturas/Obligatoria/17%20-%20Rogers%201995%20cap%206.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ROSÁRIO, P.; LOURENÇO, A.; PAIVA, M.; NÚÑEZ, J.; GONZÁLEZ, J.; VALLE, A. Autoeficacia y utilidad percibida como condiciones necesarias para un aprendizaje académico autorregulado. **Anales de Psicología**, v. 28, n. 1, p. 37–44, 2012. Disponible en: <https://revistas.um.es/analesps/article/view/140502/126592>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SADIKU, S.; ASHAOLU, T.; MUSA, S. Emerging technologies in agriculture. **International Journal of Scientific Advances**, v. 1, n. 1, p. 31–34, 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Tolulope-JoshuaAshaolu/publication/348641681_Emerging_Technologies_in_Agriculture/links/600c26e5299bf14088b768c8/Emerging-Technologies-in-Agriculture.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

SÁNCHEZ, J.; OLMOS, S.; GARCÍA, F. Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación. **RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 20, n. 2, p. 273-292, 2017. Disponible en: <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/17700/16045>. Acceso en: 20 jan. 2025.

SOLLEIRO, J.; CASTAÑÓN, R.; MARTÍNEZ, L. Buenas prácticas de extensionismo y transferencia de tecnología-recomendaciones para el sistema de extensionismo agroalimentario mexicano. **Revista Mexicana de Agronegocios**, v. 46, p. 508-522, 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/141/14163631012/html/>. Acceso en: 20 jan. 2025.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Technology in education: a tool on whose terms?** 2023. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>. Acceso en: 20 jan. 2025.

VALLE, D.; GIL, J. Tecnologías emergentes en gobiernos locales: Una revisión sistemática de literatura con la metodología PRISMA. **Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública**, v. 11, n. 21, p. 9-28, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.15174/remap.v11i21.376>. Acceso en: 20 jan. 2025.

VALLE, D.; SANDOVAL, R. Emerging technologies in municipal governments: a Mexican case from a qualitative approach. **ACM Journals**, p. 511-519, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3085228.3085231>. Acceso en: 20 jan. 2025.

VENKATESH, V.; BALA, H. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. **Decision Sciences**, v. 39, n. 2, p. 273-315, 2008. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>. Acceso en: 20 jan. 2025.

YONG, L.; RIVAS, A.; CHAPARRO, J. Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. **Innovar**, v. 20, n. 36, p. 187-204, 2010. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v20n36/20n36a14.pdf>. Acceso en: 20 jan. 2025.