



## **Internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología**

Lorenzo Lleras Torres

Pregrado de Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración de Empresas – CESA

Bogotá, Colombia

2026

**Internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología**

Lorenzo Lleras Torres

Alejandra Pulido López

Pregrado de Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración de Empresas – CESA

Bogotá, Colombia

2026

## Tabla de contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Justificación de la investigación .....</b>	<b>11</b>
1.3.    Objetivos de la investigación .....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos.....	15
<b>2. Revisión de la literatura.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Internacionalización.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Modelo Upsala .....	18
<b>2.3. Tendencias internacionales y estructura colombiana en el sector relación Industria Agritech con la internacionalización .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Hipótesis de la investigación .....</b>	<b>20</b>
2.3.1 Hipótesis de la investigación 1.....	20
2.3.2. Hipótesis de la investigación 2.....	21
<b>3. Metodología de la investigación.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Tipo y diseño de la investigación.....</b>	<b>24</b>

<b>3.3. Población y muestra (cualitativo) .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4. Instrumento de recolección de información cualitativa .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5. Procedimientos .....</b>	<b>27</b>
<b>4. Análisis de los resultados .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. Panorama actual del sector de agrotecnología en Colombia .....</b>	<b>29</b>
4.1.1. Colombia como parte de un ecosistema regional en crecimiento .....	29
4.1.2. Las capacidades tecnológicas del sector se concentraron en soluciones concretas para el agro .....	30
4.1.3. Barreras estructurales fuertes en conectividad, informalidad y adopción tecnológica.....	32
4.1.4. Colombia mantuvo ventajas competitivas importantes para el desarrollo del sector .....	33
4.1.5. El sector ganó visibilidad por la presión de tendencias internacionales y por cambios posteriores a la pandemia .....	34
<b>4.2. Casos de referencia nacionales e internacionales en el sector agroecológico .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Factores internos y externos que determinan la capacidad de las pymes colombianas de         agrotecnología para ingresar a mercados internacionales .....</b>	<b>39</b>
4.3.1 Las capacidades tecnológicas sí generaron oportunidades, pero no fueron suficientes por sí solas.....	40
4.3.2. La principal diferencia entre Colombia y los casos regionales .....	41
4.3.3. Las barreras estructurales del entorno colombiano limitaron el paso de la innovación al escalamiento .....	41
4.3.4. Las tendencias internacionales sí impulsaron el desarrollo del sector agritech colombiano	

.....	42
4.3.5. La internacionalización apareció como un proceso gradual .....	43
<b>5. Discusión de los resultados .....</b>	<b>46</b>
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
6.1. Recomendaciones, implicaciones y futuras líneas de investigación .....	52
<b>7. Referencias .....</b>	<b>55</b>

### Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Exportaciones de Colombia 2023 .....	12
<b>Figura 2</b> Modelo de hipótesis de investigación .....	22
<b>Figura 3</b> Número de emprendimientos agritech - país .....	30
<b>Figura 4</b> Indicadores estructurales del entorno rural y tecnológico en Colombia.....	31

### Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Procedimientos de la investigación .....	27
<b>Tabla 2</b> Análisis de resultados .....	35
<b>Tabla 3</b> Factores internos y externos.....	45

## Resumen

Esta investigación analiza las oportunidades de internacionalización que tienen las pymes colombianas del sector de agrotecnología, partiendo de la importancia que ha adquirido la tecnología en el desarrollo del agro. En un contexto global donde cada vez se exige mayor productividad, sostenibilidad, trazabilidad y eficiencia en el uso de los recursos, la agrotecnología se presenta como una alternativa clave para que las empresas del sector agrícola puedan ser más competitivas y acceder a nuevos mercados. Para desarrollar el estudio, se utilizó una metodología cualitativa de tipo documental, basada en la revisión y análisis de fuentes académicas, institucionales, sectoriales y casos empresariales de Colombia, Argentina y Brasil. Los resultados muestran que Colombia cuenta con condiciones favorables para impulsar este sector, como su diversidad agrícola, su potencial productivo y la aparición de emprendimientos con soluciones enfocadas en agricultura de precisión, gestión hídrica, monitoreo, trazabilidad y sostenibilidad. Sin embargo, también se encontraron barreras importantes, como la baja conectividad rural, la informalidad, las dificultades de financiación, la limitada adopción tecnológica y los retos para escalar modelos de negocio. A partir del análisis, se concluye que la internacionalización de estas empresas no depende únicamente de tener una solución innovadora, sino también de fortalecer sus capacidades internas, validar comercialmente sus propuestas y contar con un ecosistema más articulado. En este sentido, las pymes colombianas de agrotecnología sí tienen oportunidades reales de internacionalización, pero estas requieren preparación, acompañamiento y una visión de crecimiento sostenible.

**Palabras clave:** Internacionalización, Agrotecnología, pymes, Innovación, Sostenibilidad, Mercados Internacionales.

## **1. Introducción**

La internacionalización se ha consolidado en las últimas décadas como una estrategia clave para la sostenibilidad y el crecimiento de las empresas, especialmente en mercados emergentes como el colombiano. Las pequeñas y medianas empresas (pymes) representan un motor fundamental de la economía nacional, no solo por su participación en la generación de empleo, sino también por su potencial para diversificar mercados y posicionarse en escenarios globales. Sin embargo, el camino hacia la internacionalización implica enfrentar retos muy grandes que van desde barreras estructurales y limitaciones financieras hasta la necesidad de innovar en sus modelos de negocio y aprovechar las herramientas digitales para acceder a nuevos consumidores y comercios.

En este marco, se va a centrar el análisis en las pymes colombianas que han iniciado o buscan iniciar procesos de internacionalización entre los años 2020 y 2025, periodo marcado por los efectos de la pandemia y el auge de la transformación digital como palanca de competitividad. Se observarán las estrategias utilizadas por estas empresas, así como las oportunidades que encuentran y los obstáculos que deben superar para insertarse en mercados internacionales. El análisis se desarrollará a un nivel meso, es decir, identificando tendencias generales en el comportamiento de las pymes frente a la internacionalización. Esto se hace con el fin de evaluar los factores de éxito que permiten potenciar su expansión y contribuir a su consolidación en las diferentes economías y potencias mundiales.

### **1.1. Planteamiento del problema**

En Colombia, las pequeñas y medianas empresas (pymes) son el corazón de la economía; generan empleo, dinamizan sectores productivos y aportan de manera significativa al PIB. Sin embargo, cuando hablamos de su participación en los mercados internacionales, la realidad es distinta. A pesar de que muchas cuentan con productos de calidad y un potencial enorme, pocas logran dar el salto sostenido hacia la internacionalización. Lo que se observa es una brecha marcada, mientras las pymes son mayoría en el

país, su peso en las exportaciones sigue siendo mínimo. Este desbalance refleja una situación no favorable porque limita tanto el crecimiento de las empresas como el desarrollo económico del país.

Las causas de esta problemática son variadas y se repiten en distintos estudios. A nivel interno, las pymes suelen carecer de planes claros de internacionalización, tienen restricciones financieras y dificultades para acceder a talento especializado en comercio exterior. En el artículo de Martínez Carazo (2009) se muestra que muchas pymes apenas están en etapas iniciales de internacionalización y que, por lo general, dependen de mercados cercanos o regionales. Esto no necesariamente se refiere al espectro internacional, puede ser a nivel local. A esto se suma que los dueños, en no pocos casos, tienen muchas dificultades en cuanto a delegar funciones, lo que impide formalizar los procesos de expansión. En línea con esto, el artículo Nurfarida et al. (2022) enfatiza en que existe una falta de capital y calidad en varios productos del portafolio de gran parte de Pymes. Esto hace que el para grandes superficies o mercados internacionales, no sea atractivo la exportación de material de dichas empresas. También es importante recalcar que en las pymes por lo general hay carencia de muchas capacidades gerenciales. Esto eventualmente se convierte en un obstáculo serio para competir por fuera del mercado local.

En el plano externo, los problemas tampoco son menores. En el artículo Valencia-Ochoa y Ramírez (2020) señalan que la burocracia, las regulaciones complejas y la poca articulación de políticas de apoyo terminan desincentivando a muchas empresas. El informe de la OECD (2008) confirma este panorama: aunque existen programas de ayuda para pymes que quieren internacionalizarse, la mayoría de los empresarios los percibe como insuficientes o desconectados de sus verdaderas necesidades. Además, en la práctica, no todas las pymes reciben el mismo tipo de barreras. Según la OECD, estas van cambiando, dependiendo de la experiencia de la empresa: las que apenas comienzan sienten más la falta de información y financiamiento, mientras que las más avanzadas enfrentan retos como adaptarse a normativas, estándares de calidad y competencia en mercados sofisticados.

Las consecuencias de no superar estas limitaciones son claras. Por un lado, las pymes desaprovechan los tratados de libre comercio y el contexto global de digitalización, que podrían abrirles nuevas puertas. Por otro lado, se restringen a competir en un mercado interno saturado y lleno de competencia, donde su crecimiento es mucho más limitado. En muchos casos caen en la repetición y en la copia de productos a otras mismas pymes ya que el campo de innovación es bastante pobre. Esto hace que se frene la diversificación de la oferta exportadora del país, que sigue muy concentrada en productos tradicionales, y reduce las posibilidades de que Colombia se inserte de manera activa en cadenas globales de valor. A nivel social, se pierden oportunidades de generar empleos de calidad y de fortalecer el desarrollo regional.

Frente a este panorama, lo que falta no es sólo voluntad, sino también investigación aplicada y estrategias más claras. Según el artículo Restrepo (2016), es clave entender qué factores internos y externos marcan la diferencia entre pymes que logran internacionalizarse y aquellas que se quedan en el intento. El reto es cerrar la brecha de conocimiento; es necesario saber cómo transformar el potencial de estas empresas en estrategias efectivas que se adapten al escenario post pandemia, donde la digitalización, el comercio electrónico y la presión competitiva global juegan un papel cada vez mayor. Esta investigación busca justamente analizar las diversas estrategias que existen para lograr caminos viables para que las pymes colombianas puedan internacionalizarse de manera sostenible y competitiva a lo largo de los años.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las oportunidades que tienen las pymes colombianas del sector de agrotecnología para insertarse en el mercado internacional?

### **1.2. Justificación de la investigación**

Como se dijo anteriormente, las pymes colombianas orientadas hacia la agrotecnología tienen grandes oportunidades en el espectro internacional y muchas de ellas no saben el gran potencial que

existe a nivel macro. Es importante preguntarse por qué tienen relevancia las pymes del sector agrotecnología. Aunque la respuesta es extensa, la mayoría de fuentes consultadas coinciden en las razones principales. Hoy el mundo enfrenta un gran reto: como es probable que la población mundial crezca en más de 2 mil millones hacia 2050, se requerirá aumentar la producción agropecuaria en 70% (FAO, citada en Loukos & Arathoon, 2021). Es importante mencionar que, a pesar de este aumento, el porcentaje de recursos oscila en los mismos rangos desde 2010. Esto implica que el mercado se va a llenar de oportunidades para nuevas tecnologías en la agroindustria y todo lo que conlleva un aumento sustancial de la demanda de comida en el planeta.

Según el artículo del Ministerio de Agricultura (2025), la diversidad tropical que tiene Colombia genera que la recolecta de información agrícola para diferentes tipos de comida sea más fácil y precisa. Esto genera una oportunidad enorme para las pymes colombianas. De esta forma tienen fácil acceso a comparación de otros países que carecen de tanta variedad productiva.

**Figura 1**

*Exportaciones de Colombia 2023*



Nota. Tomado de OCE (2025)

América Latina y especialmente Colombia se proyecta como el “granero del mundo”, pero aún enfrenta brechas críticas en productividad, inclusión financiera y digitalización rural. De esta forma es posible afirmar que la transformación tecnológica del agro no es solo deseable, es necesaria para garantizar seguridad alimentaria, sostenibilidad y competitividad a nivel global. Es indispensable que Colombia con el potencial agrícola que tiene, no desaproveche dicha oportunidad. En la figura 1, es posible observar que, aunque el 53,2% de las exportaciones colombianas en 2023 siguen concentradas en combustibles minerales y productos derivados del petróleo, los datos muestran que el sector agro ya representa una ventana estratégica para la diversificación: el café, té y yerba mate alcanzan una participación global del 5,65%, las frutas y nueces del 2,96% y las flores, plantas vivas y follaje ornamental del 2,58%. Estas cifras muestran que Colombia posee un posicionamiento relevante en mercados internacionales, pero aun altamente concentrado en productos tradicionales. En este contexto esa brecha que hay todavía entre los productos tradicionales y la agricultura permitiría a las pymes colombianas sofisticar la oferta exportadora, aumentar su competitividad y responder a la creciente demanda global de alimentos sostenibles y diferenciados.

En este sentido es importante dimensionar la magnitud del problema. La agroindustria representa más de un 50% de la mano de obra rural en América latina, para ser exactos un 54,6%, y el 13.6% de las exportaciones agropecuarias del mundo. En el rubro nacional, las exportaciones del sector crecieron un 35% en junio de 2025 frente al mismo mes de 2024 (MinAgricultura, 2025). Es decir que, a nivel local, existe un espacio muy grande para introducir tecnología en la producción agrícola colombiana; siendo un sector en constante crecimiento económico. De esta forma es importante ayudar al sector privado a tener incentivos para lograr innovaciones significativas y aumentar el portafolio exportador. Como se dijo previamente, las PYMES que quieran introducirse en el sector tienen múltiples barreras y limitaciones estructurales impuestas por, principalmente, el gobierno nacional; falta de escala, acceso a financiación, conectividad digital en zonas rurales y educación empresarial en dichas zonas.

En estos momentos precisamente, cuando la curva demográfica mundial va en ascenso, es importante revisar el porque es importante resolver este problema, quienes se benefician de ello o cuales son las implicaciones del mismo estudio. En el artículo del Foro Económico Mundial se resalta que después de la etapa del COVID-19, muchas empresas y multinacionales decidieron realizar adopciones en agrotecnología. Consideraron que la pandemia fue una coyuntura que abrió muchas ventanas para lograr grandes cambios en la industria, sin embargo, las pymes se quedaron atrás en muchos aspectos; falta de capital, investigación, etc. (2021).

A pesar de esto, empresas colombianas resaltaron a nivel regional, posicionando el país como centro emergente de innovación agro-tecnológica, gracias a su ecosistema de startups, entorno regulatorio y capacidades digitales en crecimiento (Loukos & Arathoon, 2021). Un ejemplo de ello es el proyecto TEC.A – Innovación para el Agro, liderado por Connect Bogotá Región, tuvo como objetivo fortalecer la transferencia y adopción de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario y agroindustrial, enfocándose en PYMES y pequeños productores de Cundinamarca. Profundizando un poco más en este ejemplo, las tecnologías usadas en el proyecto como el *IoT* permite usar sensores para monitorear cultivos, suelos y procesos como la fermentación del cacao, generando datos en tiempo real para decisiones más eficientes. A su vez, el Big Data, con ecosistemas como Lynks Agro, integra información sobre clima, riego, plagas y rendimiento para optimizar insumos y elevar la productividad.

Por otro lado, el uso de *blockchain* en iniciativas como Preserva *Blockchain* asegura trazabilidad, transparencia y certificación de calidad frente a los mercados internacionales. Finalmente se desarrollan Marketplace digitales o sistemas de recolecta de información, como “Sumercé”, que organiza datos del abastecimiento alimentario regional para mejorar la distribución y conexión con los consumidores. Es decir que en Colombia si hay campo para atacar un sector como la agrotecnología, demostrado en este tipo de proyectos a menor escala, pero muy interesantes. Es importante mencionar que el pueblo colombiano cuenta con diversas herramientas como bases de datos, informes técnicos, y plataformas

públicas como AGROSAVIA, MinAgricultura, ProColombia, que tienen como fin el desarrollo del empresariado colombiano en el exterior.

Con este estudio se benefician las pymes colombianas del sector de agrotecnología. Esto al ofrecerles un análisis sobre cómo aprovechar oportunidades de internacionalización para crecer y competir en mercados globales altamente demandantes. También se beneficiarían los pequeños y medianos productores rurales, que son los principales usuarios de estas tecnologías y podrían acceder a mayor productividad, financiamiento y mercados internacionales. Por último, si se mira desde una perspectiva pública, el estado y sus entidades afines se verían beneficiadas ya que mediante este análisis de oportunidades se les provee información estratégica para diseñar políticas y programas que impulsen la modernización y sostenibilidad del sector agrícola colombiano.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### ***Objetivo general***

- Analizar las oportunidades de internacionalización de las pymes colombianas del sector agroecológico para identificar factores que inciden la posible inserción en mercados internacionales.

#### ***Objetivos específicos***

- Analizar el panorama actual de las pymes colombianas de agrotecnología, identificando y describiendo sus capacidades tecnológicas, limitaciones y ventajas competitivas en el espectro nacional, regional e internacional.
- Identificar y analizar prácticas exitosas de experiencias y casos de referencia nacionales e internacionales del sector agroecológico aplicables al contexto colombiano.
- Explorar los factores internos y externos y las tendencias de la industria que determinan la capacidad de las pymes colombianas de agrotecnología para ingresar a mercados.

## 2. Revisión de la literatura

En este apartado se van a presentar las bibliografías que sustentan las variables independientes y dependientes del análisis. Para la variable dependiente se definió la internacionalización, y para la independiente se tomó la agrotecnología, entendida a partir de sus tendencias internacionales y su desarrollo en el contexto colombiano. La literatura muestra que ambos temas están estrechamente relacionados, especialmente en países como Colombia donde las pymes enfrentan grandes retos para crecer, innovar y competir en mercados globales. Diversos autores explican que la internacionalización de pequeñas empresas suele estar limitada por la falta de recursos, el poco conocimiento del mercado externo y las debilidades tecnológicas, pero también señalan que la adopción de herramientas digitales y la innovación abren nuevas posibilidades para expandirse (Restrepo, 2016; Valencia-Ochoa & Ramírez-Guerrero, 2020; Lloyd-Reason & Mughan, 2006). Con el tiempo, este proceso ha pasado de ser exclusivo de grandes compañías a convertirse en una opción viable para las pymes, sobre todo cuando existe acompañamiento previo y estrategias claras (Carazo, 2009; Nurfarida, 2022; Du, Zhu & Li, 2022). En Colombia, documentos de la ANDI (2023) y del Ministerio de Agricultura (2025) muestran que las exportaciones agropecuarias han crecido y que cada vez hay más interés en que las empresas del agro participen en mercados internacionales, reflejando una tendencia favorable para el sector.

En cuanto a la variable independiente, la literatura sobre agrotecnología señala que la tecnología se ha vuelto un componente fundamental para mejorar la productividad, reducir costos y aumentar la competitividad. Investigaciones recientes destacan el papel del *IoT*, el *Big Data*, la automatización, la trazabilidad y los sistemas de agricultura de precisión como herramientas clave para modernizar el campo (Ortiz et al., 2022; Loukos & Arathoon, 2021; World Economic Forum & PwC India, 2024). En América Latina, las startups agritech han cobrado protagonismo porque ayudan a cerrar brechas de acceso a información, financiamiento y mercados, tal como lo señala Lizarazo (2023). En Colombia, proyectos como

TEC.A en Cundinamarca demuestran que estas tecnologías pueden aplicarse de manera concreta para mejorar el rendimiento de cultivos y facilitar la entrada a nuevos mercados, mientras que estudios recientes indican que fortalecer las capacidades tecnológicas de las pymes es clave para que puedan internacionalizarse con éxito (Ramírez-Molina et al., 2024; Segura-Laiton et al., 2024). En conjunto, toda esta bibliografía muestra que la internacionalización y la agrotecnología no deben verse por separado: la innovación tecnológica se ha convertido en un factor decisivo para que las pymes colombianas del sector agritech logren competir y aprovechar oportunidades en el mercado internacional.

## **2.2. Internacionalización**

La internacionalización se entiende como el proceso por el cual una empresa amplía sus operaciones a otros países. El término surgió en el campo de los negocios internacionales a mediados del siglo XX, cuando autores como Johanson y Vahlne explicaron que las empresas no se vuelven internacionales de un día para otro, sino que lo hacen poco a poco a medida que ganan experiencia en mercados que no son la su operación diaria. Con el paso del tiempo, el concepto ha evolucionado: antes se asociaba sobre todo con grandes compañías multinacionales, pero hoy también incluye a las pequeñas y medianas empresas, pymes. Gracias a la tecnología y a la reducción de barreras comerciales, la internacionalización se ha vuelto más accesible y se relaciona directamente con la innovación, la sostenibilidad y la capacidad de generar valor en nuevos mercados.

En este contexto, las pymes de agrotecnología enfrentan tanto oportunidades como desafíos. Internacionalizarse no solo significa exportar productos, sino también ofrecer soluciones tecnológicas, servicios digitales y conocimiento especializado fuera del mercado local. En Colombia, el tema ha venido teniendo más fuerza gracias al impulso de instituciones como ProColombia y el Ministerio de Agricultura. Aunque las exportaciones del agro crecieron un 35% en 2025 (MinAgricultura, 2025), todavía son pocas las pymes que logran internacionalizarse completa y exitosamente. Proyectos como TEC.A en

Cundinamarca muestran que, con tecnología, alianzas y acompañamiento, las empresas del agro colombiano pueden llegar a competir en el exterior y fortalecer el desarrollo del sector.

### **2.1.1 Modelo Upsala**

Existe un término fundamental para el desarrollo de una empresa en los mercados internacional. El Modelo Uppsala, propuesto inicialmente por Johanson y Vahlne (1977), es una de las teorías más influyentes para explicar cómo las empresas se internacionalizan de manera gradual. Según este enfoque, las empresas no entran a mercados internacionales de forma inmediata o agresiva, sino paso a paso, acumulando experiencia y reduciendo la incertidumbre a medida que avanzan. La idea central es que la internacionalización es un proceso de aprendizaje: primero se explora, luego se consolida y, con el tiempo, se asumen mayores compromisos. Esto se refleja en cuatro elementos clave: el conocimiento del mercado, el compromiso de recursos, las actividades actuales y la retroalimentación entre estas etapas. En otras palabras, cuanto más conoce una empresa un mercado externo, más segura se siente para invertir y expandirse.

Aplicado a esta investigación, el Modelo Uppsala resulta especialmente útil porque las pymes colombianas del sector de agrotecnología suelen empezar desde niveles bajos o nulos de experiencia internacional. Muchas no cuentan con grandes recursos, conexiones o información suficiente sobre mercados externos, lo que hace que la internacionalización incremental sea la ruta más común. En este sector, las empresas suelen iniciar con actividades de bajo riesgo como participación en ferias, validación tecnológica con actores internacionales o contactos comerciales a través de plataformas digitales. Solo después avanzan hacia acciones más complejas, como alianzas estratégicas, exportaciones o la adaptación de sus soluciones tecnológicas a clientes extranjeros.

Además, este modelo encaja muy bien con la realidad del ecosistema agrotech colombiano, donde muchas innovaciones surgen de laboratorios, universidades o startups que todavía están validando su tecnología. Desde esta perspectiva, la experiencia internacional no es solo comercial, sino también

técnica: las empresas deben aprender sobre normativas sanitarias, certificaciones, pruebas piloto y dinámicas productivas de cada país. Esto coincide con lo que plantea Uppsala sobre la importancia del *market-specific knowledge* como motor de expansión. La agrotecnología, al depender de datos, adaptación a condiciones locales y demostración de impacto, refuerza aún más la idea de que el aprendizaje gradual es necesario para reducir riesgos y aumentar la probabilidad de éxito en mercados externos.

### **2.3. Tendencias internacionales y estructura colombiana en el sector relación Industria Agritech con la internacionalización**

La agrotecnología se entiende como el uso de herramientas tecnológicas para mejorar la agricultura, como sensores, drones, inteligencia artificial, *blockchain* o análisis de datos. Este concepto comenzó a ganar fuerza en países como Israel, Estados Unidos y los Países Bajos, donde se buscaban formas más eficientes y sostenibles de producir alimentos. Con el tiempo, estas ideas se extendieron a otras regiones del mundo y empezaron a transformar la manera en que se producen, monitorean y comercializan los alimentos. Gracias a la agrotecnología, los productores pueden tomar decisiones basadas en datos reales, optimizar el uso del agua, fertilizantes y pesticidas, y responder mejor a fenómenos como el cambio climático y la presión por una producción más sostenible (World Economic Forum & PwC India, 2024; Loukos & Arathoon, 2021).

En América Latina, varios países han comenzado a adoptar estas innovaciones, y Colombia no ha sido la excepción. En los últimos años se han desarrollado proyectos que combinan ciencia, tecnología y campo, como TEC.A en Cundinamarca, que aplica sensores y analítica de datos para monitorear cultivos y mejorar la productividad (Ortiz Páez et al., 2022). Además, entidades como AGROSAVIA y ProColombia han impulsado la transformación digital del agro, buscando que las pymes agrícolas sean más competitivas y puedan integrarse mejor a nuevos mercados. Aunque todavía existen barreras importantes, como la conectividad rural limitada y la falta de financiamiento en algunas regiones, Colombia muestra

condiciones favorables para seguir fortaleciendo su ecosistema agritech. En ese sentido, la agrotecnología no solo mejora la eficiencia de los productores, sino que también amplía sus posibilidades de inserción en mercados internacionales (Loukos & Arathoon, 2021; World Economic Forum & PwC India, 2024).

## **2.4. Hipótesis de la investigación**

### **2.3.1 Hipótesis de la investigación 1**

La estructura del sector agritech en Colombia impacta positivamente la internacionalización de estas empresas.

La relación entre la estructura del sector agro tecnológico en Colombia y la internacionalización de las pymes puede entenderse a partir de las capacidades que el ecosistema ofrece para innovar, escalar y competir. La literatura revisada muestra que la internacionalización de pequeñas y medianas empresas no depende únicamente de la intención de exportar, sino también del nivel de preparación del entorno en el que operan. En el caso del sector agritech, esto incluye la existencia de redes de apoyo, disponibilidad de tecnología, acceso a conocimiento aplicado, condiciones de financiamiento, validación comercial y vínculos instituciones relacionadas. Restrepo (2016) y Valencia-Ochoa y Ramírez-Guerrero (2020) ya habían señalado que las pymes colombianas enfrentan barreras internas y externas que limitan su expansión internacional, entre ellas la falta de recursos, capacidades gerenciales y articulación estratégica. En esa misma línea, Loukos y Arathoon (2021) mostraron que Colombia se ha venido consolidando como un centro emergente de innovación agro-tecnológica en América Latina, gracias a la combinación de un ecosistema de startups en crecimiento, un entorno regulatorio relativamente favorable y una necesidad clara de soluciones para pequeños productores. Esto sugiere que una estructura sectorial más sólida no solo favorece la creación de empresas innovadoras, sino también su capacidad de proyectarse hacia otros mercados.

Además, la evidencia revisada en esta investigación mostró que las empresas del sector agritech que logran crecer no dependen solo de la tecnología que desarrollan, sino del ecosistema que las rodea.

Casos como SIOMA, Lynks y Preserva reflejan que en Colombia sí existe una base tecnológica interesante, con soluciones enfocadas en productividad, eficiencia hídrica y trazabilidad. Sin embargo, al compararlos con referentes regionales como Kilimo, Solinftec o ucrop.it, se hizo evidente que la diferencia no estuvo únicamente en la calidad de la solución, sino en el nivel de madurez del ecosistema, la escala alcanzada, la conexión con mercados y la capacidad de convertir la innovación en una propuesta comercial sostenible. Esto coincide con lo señalado por Escandón-Barbosa y Estrada Ochoa (2021), quienes encontraron que el éxito de la internacionalización empresarial en Colombia está asociado a factores como capacidades organizacionales, aprendizaje, redes y estrategia. También se relaciona con Segura-Laiton, Chavarro-Rodríguez y Jiménez-Hernández (2024), quienes resaltaron la importancia de las capacidades tecnológicas en las organizaciones agroalimentarias del país. En conjunto, estos elementos permiten sostener que una estructura sectorial agritech más fuerte, articulada y madura favorece el proceso de internacionalización de las empresas que hacen parte de ella. No menos importante, es clave mencionar que el entorno físico y el lugar geográfico en el cual se encuentra Colombia es favorable para este tipo de negocios. Este país al estar ubicado en la línea del Ecuador maneja un gran abanico de ecosistemas y pisos térmicos derivando en un espacio altamente propenso al cultivo y a las actividades agro; viendo así un gran potencial para el desarrollo de esta nueva industria y sector emergente.

### ***2.3.2. Hipótesis de la investigación 2***

Las tendencias internacionales tienen un impacto positivo en el sector agritech en Colombia.

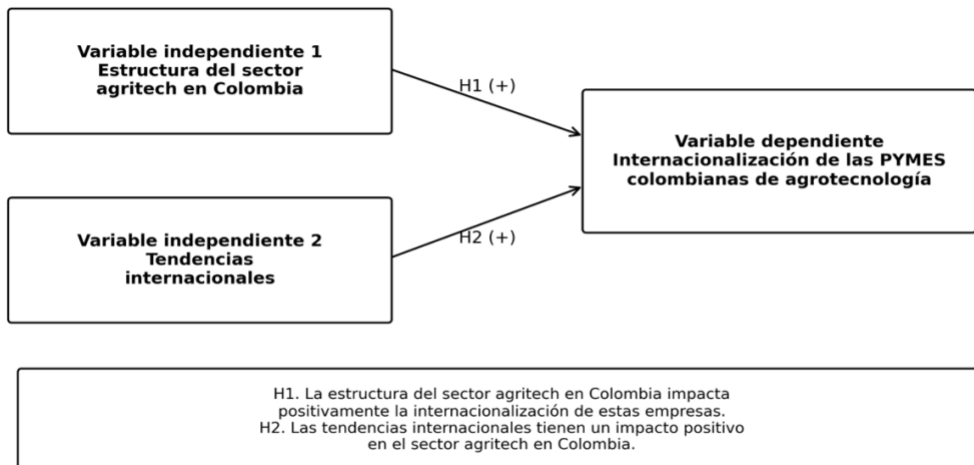
Estas tendencias también cumplen un papel importante en la evolución del sector agro tecnológico colombiano, ya que ayudan a definir qué tecnologías ganan relevancia, qué necesidades del mercado se vuelven prioritarias y qué tipo de soluciones empiezan a ser más valoradas. En los últimos años, el agro global ha estado marcado por presiones relacionadas con sostenibilidad, cambio climático, trazabilidad, seguridad alimentaria y eficiencia en el uso del agua y digitalización. Tanto el World Economic Forum y PwC India (2024) como Loukos y Arathoon (2021) coinciden en que la agrotecnología ha dejado

de ser una innovación opcional para convertirse en una herramienta cada vez más necesaria dentro de los sistemas agroalimentarios. Esto ha impulsado el desarrollo de soluciones como *IoT*, inteligencia artificial, agricultura de precisión, *marketplaces* agrícolas y *blockchain*, que responden directamente a nuevas exigencias de consumidores, gobiernos y empresas. En este sentido, las tendencias internacionales no solo cambian el mercado, sino que también empujan a ecosistemas como el colombiano a adaptarse, innovar y desarrollar nuevas capacidades para no quedarse atrás.

En el caso colombiano, estas tendencias se han empezado a reflejar en el crecimiento del interés por *startups* agritech, en el surgimiento de soluciones enfocadas en monitoreo, sostenibilidad y eficiencia productiva, y en la mayor visibilidad del agro como un campo de innovación. El proyecto TEC.A, así como otras iniciativas descritas en la literatura, muestran que Colombia ha empezado a incorporar herramientas ligadas a *IoT*, *Big Data*, *blockchain* y análisis de datos aplicados al campo y agricultura. A la vez, estudios como el de Ramírez Molina et al. (2024) muestran que las estrategias empresariales en unidades agrícolas y agroindustriales están cada vez más conectadas con cadenas de valor y nuevos mercados. Desde una perspectiva más amplia, Du, Zhu y Li (2022) explican que la internacionalización también puede actuar como fuente de innovación, ya que expone a las empresas a nuevas demandas, conocimiento y modelos de negocio. Por eso, en esta investigación se entiende que las tendencias internacionales no son un elemento externo aislado, sino una fuerza que influye directamente sobre el desarrollo del sector agritech colombiano, orientando sus soluciones hacia problemas y oportunidades que hoy tienen relevancia global.

## **Figura 2**

*Modelo de hipótesis de investigación*



### **3. Metodología de la investigación**

Este capítulo presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, basada en una aproximación cualitativa, documental y en el análisis temático de contenido de fuentes secundarias especializadas.

#### **3.2. Tipo y diseño de la investigación**

La presente investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, de tipo documental y con un alcance descriptivo y analítico, ya que buscó comprender las oportunidades de internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología a partir de la revisión e interpretación de fuentes secundarias especializadas. Este enfoque permitió estudiar un fenómeno reciente y en construcción mediante el análisis de artículos académicos, informes institucionales, reportes sectoriales y casos empresariales, sin centrarse en la medición estadística de variables, sino en la identificación de patrones, relaciones y temas recurrentes. En este sentido, el análisis documental se entendió como una estrategia válida dentro de la investigación cualitativa, ya que permite examinar documentos de forma sistemática e interpretar su contenido en función de una pregunta de investigación (Bowen, 2009).

De manera complementaria, el tratamiento de la información se apoyó en un análisis temático de contenido, entendido como una técnica que permite identificar, organizar, describir e interpretar temas presentes en un conjunto de datos cualitativos (Braun & Clarke, 2006). En este trabajo, esta técnica facilitó agrupar la información documental en categorías relacionadas con las variables del estudio, especialmente la internacionalización, la estructura del sector agritech en Colombia y las tendencias internacionales. Esto hizo posible comparar el material revisado y darles sentido a los hallazgos de forma ordenada y metodológicamente consistente. Además, se tuvo en cuenta que el análisis temático exige criterios de rigor como la coherencia interna, la trazabilidad de las categorías y la claridad en la interpretación, aspectos que fortalecen la confiabilidad del análisis cualitativo (Nowell et al., 2017).

Finalmente, el estudio tuvo un carácter transversal, ya que se concentró en analizar el fenómeno en un periodo y contexto determinados.

Este diseño metodológico resultó adecuado para responder la pregunta de investigación porque permitió analizar, desde una perspectiva cualitativa y documental, cómo se configuraban las oportunidades de internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología a partir de información existente, especializada y verificable. Como ya se mencionó, al trabajar con artículos académicos, informes institucionales, documentos sectoriales y casos empresariales, fue posible identificar patrones, tendencias, barreras y oportunidades que no se observaban de forma aislada, sino en conjunto. De esta manera, el diseño permitió una comprensión amplia y estructurada, lo cual fue clave para interpretar la relación entre la agrotecnología y la internacionalización dentro del contexto colombiano. Esto es coherente con lo planteado por Bowen (2009), quien señala que el análisis documental es una herramienta útil dentro de la investigación cualitativa porque permite examinar e interpretar documentos de manera sistemática para generar conocimiento y responder preguntas de investigación.

### **3.3. Población y muestra (cualitativo)**

En esta investigación, la población estuvo conformada por el conjunto de fuentes secundarias especializadas relacionadas con la internacionalización de las pymes, la agrotecnología, las tendencias internacionales del agro y la estructura del sector agritech en Colombia y América Latina. Se consideraron artículos científicos, informes institucionales, reportes sectoriales, documentos de organismos multilaterales, publicaciones técnicas y fuentes empresariales con información verificable. Dado que el estudio se desarrolló desde un enfoque cualitativo de tipo documental, la unidad de análisis no estuvo compuesta por individuos o empresas observadas directamente y de forma primaria, sino por los documentos que aportaron información relevante para responder la pregunta de investigación. La muestra fue de tipo intencional o no probabilística, ya que los documentos no se seleccionaron al azar,

sino de acuerdo con criterios de pertinencia, actualidad, calidad académica e institucional y relación directa con los objetivos del estudio. En este sentido, se priorizaron fuentes que abordaran de manera específica las variables de la investigación, es decir, la internacionalización, las tendencias internacionales y la estructura del sector agritech en Colombia, así como documentos que permitieran identificar capacidades tecnológicas, limitaciones, casos de referencia y factores que influyen en el ingreso a mercados internacionales. Esta selección permitió conformar un cuerpo documental coherente con el enfoque metodológico y suficiente para desarrollar posteriormente el análisis temático de contenido.

#### **3.4. Instrumento de recolección de información cualitativa**

Como se mencionó anteriormente, se utilizó un análisis documental, ya que esta forma permitió examinar de manera rigurosa informes, estudios, artículos científicos y documentos institucionales relacionados con la internacionalización y la agrotecnología. Este método fue adecuado para el tema porque existieron numerosas fuentes confiables, como reportes del BID, el Foro Económico Mundial, el Ministerio de Agricultura, ProColombia y estudios académicos, que ofrecieron información detallada sobre tendencias, barreras y oportunidades del sector. El análisis documental permitió identificar patrones, comparar resultados de distintas investigaciones y construir una visión sólida del estado actual del ecosistema agritech en Colombia. Además, este enfoque facilitó integrar evidencia reciente sin depender exclusivamente de entrevistas, garantizando un proceso de recolección de información claro, ordenado y sustentado en fuentes verificables. A partir de esta revisión, la información se organizó y clasificó según categorías temáticas relacionadas con las variables y objetivos de la investigación, lo que permitió interpretar los hallazgos de forma cualitativa y darles un sentido analítico dentro del estudio. De esta manera, el análisis no se limitó a la descripción de documentos, sino que permitió interpretar la información a partir de temas recurrentes y relaciones relevantes para la pregunta de investigación.

### 3.5. Procedimientos

**Tabla 1**

*Procedimientos de la investigación*

	<b>¿Cómo se hizo el procedimiento?</b>	<b>Categorías de análisis</b>	<b>Documentos base / fuentes principales</b>
<b>1. Revisión inicial de las fuentes</b>	Se identificaron y seleccionaron artículos científicos, documentos institucionales y bases de datos relacionadas con la internacionalización y la agrotecnología.	Internacionalización, estructura del sector agritech, tendencias internacionales.	Restrepo (2016); Valencia-Ochoa y Ramírez-Guerrero (2020); Loukos y Arathoon (2021); World Economic Forum y PwC India (2024); Ortiz Páez et al. (2022).
<b>2. Recolección y organización de información</b>	Se clasifíco el material según las variables y categorías relevantes del estudio, asegurando un orden que facilitó el análisis posterior.	Capacidades tecnológicas, limitaciones estructurales, ventajas competitivas, escalamiento, sostenibilidad, trazabilidad	Connect Bogotá Región; Bancolombia; CMS Rodríguez-Azuero; estudio de Perfetti; Agronet; BID Lab.
<b>3. Análisis cualitativo</b>	Se examinaron los contenidos, se comparan	Relación entre agrotecnología e	Casos SIOMA, Lynks, Preserva, Kilimo,

	hallazgos y se identifican patrones, tendencias y relaciones entre las fuentes consultadas.	internacionalización; factores internos; factores externos; madurez del ecosistema; impacto de tendencias internacionales.	Solinftec y ucrop.it; Loukos y Arathoon (2021); World Economic Forum y PwC India (2024); Escandón-Barbosa y Estrada Ochoa (2021).
<b>4. Integración de resultados</b>	Se combinan los aportes del análisis documental y los datos cuantitativos para construir una visión más completa del fenómeno.	Panorama del sector, casos de referencia, factores que favorecen o limitan la internacionalización.	Fuentes sectoriales e institucionales revisadas en 4.1 y 4.2; mapa Agtech del BID; CMS Rodríguez-Azuero; Perfetti; Agronet; Bancolombia.
<b>5. Elaboración de conclusiones</b>	Se responden los objetivos planteados y se formulan recomendaciones orientadas a fortalecer la internacionalización de pymes agro-tecnológicas colombianas.	Validación de hipótesis, implicaciones académicas, implicaciones empresariales, limitaciones y futuras líneas de investigación.	Resultados del capítulo 4; modelo Uppsala; literatura sobre internacionalización de pymes y capacidades tecnológicas.

Nota. Elaboración propia

#### **4. Análisis de los resultados**

Para este apartado se analizaron fuentes secundarias especializadas sobre el ecosistema agritech en Colombia y América Latina, entre ellas informes del BID Lab, el mapa Agtech de la región, reportes sectoriales, estudios sobre productividad y conectividad rural, así como documentos técnicos sobre potencial agrícola y transformación digital del agro. A partir de este análisis se identificaron resultados recurrentes sobre el estado actual del sector, sus capacidades tecnológicas, sus limitaciones estructurales y sus ventajas competitivas. Los principales hallazgos se presentan a continuación (Loukos & Arathoon, 2021; Ortiz Páez et al., 2022; World Economic Forum & PwC India, 2024; CMS Rodríguez-Azuero, s. f.).

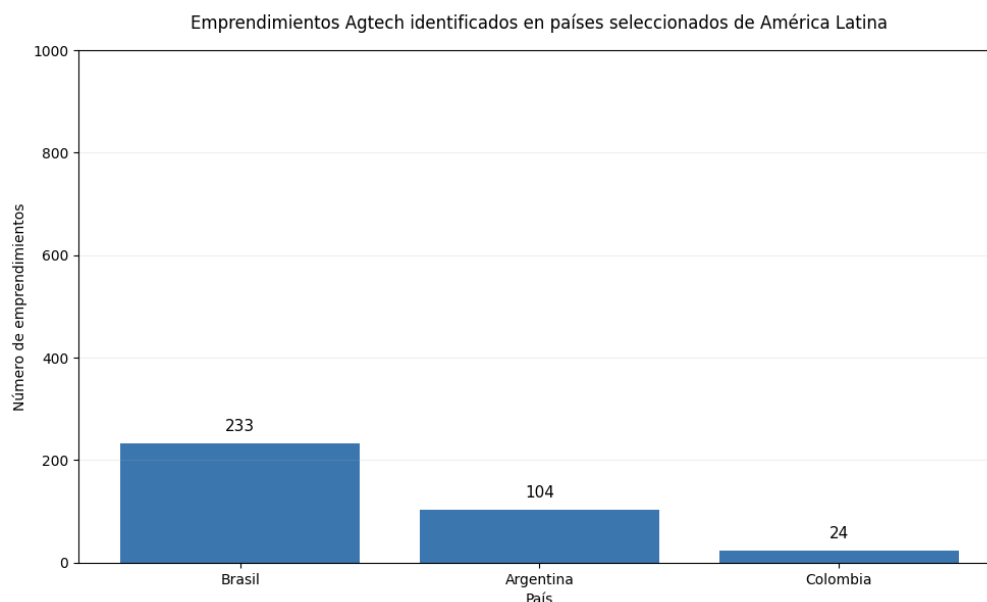
##### **4.1. Panorama actual del sector de agrotecnología en Colombia**

###### ***4.1.1. Colombia como parte de un ecosistema regional en crecimiento***

Uno de los primeros resultados fue que el ecosistema agritech de América Latina y el Caribe ya mostró una expansión importante, aunque siguió concentrado en pocos países. El mapa Agtech regional identificó más de 450 emprendimientos y señaló que más de la mitad habían sido creados en los cuatro años previos al estudio. Sin embargo, el crecimiento estuvo liderado principalmente por Brasil y Argentina. Brasil concentró el 51% de los emprendimientos de la región y Argentina el 23%, mientras que Colombia apareció con una participación bastante menor, con 24 emprendimientos identificados, lo que la ubicó dentro de un grupo de ecosistemas emergentes más que consolidados. Este primer resultado permitió ubicar a Colombia como un ecosistema emergente dentro del entorno agritech regional, más que como un centro consolidado de innovación (Loukos & Arathoon, 2021).

**Figura 3**

*Número de emprendimientos agritech - país*



La figura 3 presenta el número de emprendimientos Agtech identificados en Brasil, Argentina y Colombia, con el fin de ubicar la posición relativa del ecosistema colombiano dentro del contexto regional. Como se observa, Brasil y Argentina concentran una cantidad considerablemente mayor de emprendimientos, mientras que Colombia registra una participación más reducida. Este resultado refuerza la idea de que el país hace parte del ecosistema agritech latinoamericano, pero todavía desde una posición emergente y no consolidada. Se puede mirar desde distintas perspectivas, las más optimista es que existe una brecha muy grande dirigida hacia el potencial que hay en Colombia para este sector.

#### ***4.1.2. Las capacidades tecnológicas del sector se concentraron en soluciones concretas para el agro***

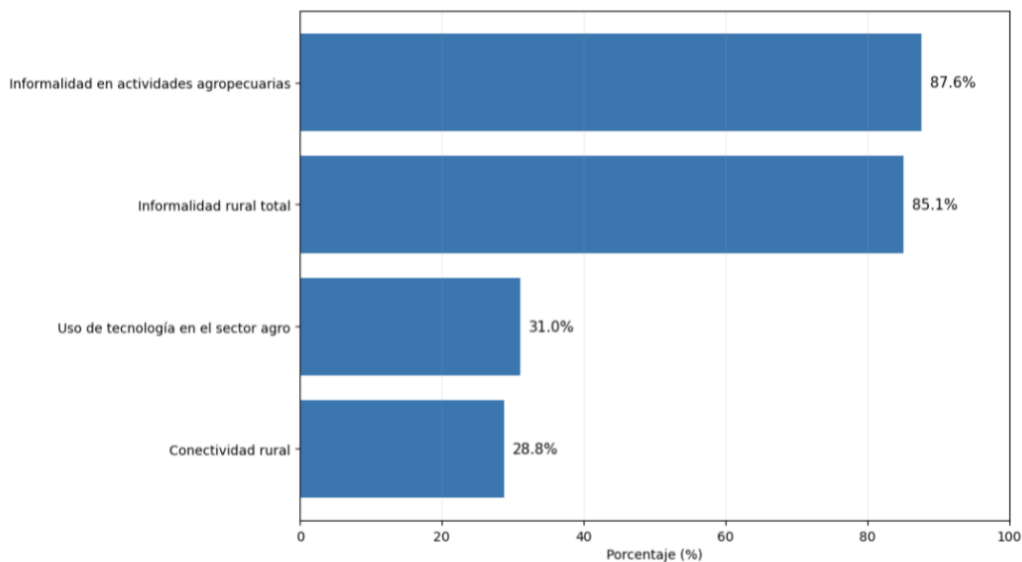
El análisis también mostró que la fortaleza del sector no estuvo tanto en desarrollos abstractos o muy sofisticados, sino en soluciones a problemas específicos del campo. Entre las tecnologías y aplicaciones más recurrentes en las fuentes revisadas están: agricultura de precisión, monitoreo de cultivos, gestión hídrica, trazabilidad, geolocalización, tecnología móvil y uso de sensores remotos. El estudio del mapa Agtech regional indicó que, entre los emprendimientos digitales, los sensores remotos

estuvieron presentes en 41% de los casos, geolocalización en 36%, tecnología móvil en 30%, Internet de las Cosas en 17% y, tanto *blockchain* como robótica, apenas en 1%. Esto confirma que las tecnologías más avanzadas siguen en una etapa temprana de desarrollo en la región (Loukos & Arathoon, 2021).

En Colombia estas capacidades se evidenciaron en soluciones dentro del mercado. Por ejemplo, en el trabajo se identificaron empresas como SIOMA, enfocada en agricultura de precisión para cultivos tropicales; Lynks, especializada en monitoreo de agua, clima y suelos; y Preserva, orientada a trazabilidad ambiental y sostenibilidad con apoyo de *blockchain* y monitoreo satelital. A esto se sumó lo reportado por Connect Bogotá Región, que evidenció que ya se estaban desarrollando aplicaciones en *IoT*, *Big Data*, *blockchain*, *marketplaces* agrícolas y sistemas de información para apoyar procesos productivos y comerciales en el país (Ortiz Páez et al., 2022). Asimismo, Bancolombia resaltó que tecnologías como drones, inteligencia artificial, robotización y analítica de datos ya estaban siendo usadas para mejorar rendimiento, eficiencia y rentabilidad, e incluso reportó casos donde el uso preciso de insumos permitió ahorros de entre 90% y 95% en herbicidas (Bancolombia). En conjunto, estos resultados mostraron que el sector sí tuvo una base tecnológica real y funcional, con foco en resolver necesidades concretas del agro.

#### **Figura 4**

*Indicadores estructurales del entorno rural y tecnológico en Colombia*



Esta segunda gráfica resume algunos de los principales indicadores estructurales del entorno en el que operan las pymes agritech colombianas. Los datos muestran niveles altos de informalidad rural y agropecuaria, junto con una conectividad rural limitada y un bajo uso de tecnología en el sector agro. En conjunto, estos resultados evidencian que, aunque el país presenta oportunidades para el desarrollo del ecosistema agritech, todavía persisten barreras estructurales importantes que condicionan su consolidación y escalamiento.

#### **4.1.3. Barreras estructurales fuertes en conectividad, informalidad y adopción tecnológica.**

A pesar de las capacidades identificadas, el análisis dejó ver que el entorno en el que operan las pymes agritech colombianas siguió estando marcado por restricciones importantes. El *policy paper* de CMS Rodríguez-Azuero mostró que en 2023 la informalidad rural alcanzó el 85,1%, y que en las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca llegó al 87,6%. También indicó que solo el 28,8% de la población rural estaba conectada y que apenas el 31% del sector agro colombiano usaba tecnología para actividades de asistencia técnica o producción. A esto se sumó un rezago en productividad: el crecimiento promedio anual de la productividad total de factores agropecuarios en Colombia fue de 0,6%, por debajo del promedio de América Latina y el Caribe (1,8%) y del promedio mundial (1,9%) (CMS Rodríguez-Azuero,

s. f.). Estos datos mostraron que, aunque el sector tuvo oportunidades, todavía operó sobre una base estructural débil en términos de infraestructura, conectividad, uso de tecnología y eficiencia productiva.

Otro resultado que reforzó esta idea fue que muchas de las herramientas digitales de la región no lograron escalar como sí ocurrió en otras partes del mundo. El informe del BID Lab señaló que gran parte de los servicios agropecuarios digitales disponibles en América Latina seguían siendo pequeños, con entre 1.000 y 5.000 usuarios, muchas veces impulsados por gobiernos u ONG, lo que dificultaba su sostenibilidad a largo plazo. En otras palabras, la existencia de innovación no siempre se tradujo en crecimiento empresarial o expansión regional. Esto fue especialmente importante para la investigación, porque mostró que el problema no estuvo solamente en crear tecnología, sino en llevarla a una escala que la hiciera sostenible y competitiva (Loukos & Arathoon, 2021).

#### ***4.1.4. Colombia mantuvo ventajas competitivas importantes para el desarrollo del sector***

Junto a las limitaciones, las fuentes revisadas mostraron varias ventajas que ayudan a explicar por qué Colombia sigue apareciendo como un país con potencial para el desarrollo agritech. El documento de CMS destacó que Colombia tuvo una posición geográfica estratégica, cercana a la línea ecuatorial, que permitió cultivos más homogéneos y constantes durante el año. También señaló que más del 80% de la frontera agrícola no estaba siendo utilizada, lo que representó una oportunidad importante de expansión productiva. Además, se indicó que la FAO había considerado a Colombia como uno de los siete países de América Latina con mayor potencial de áreas cultivables (CMS Rodríguez-Azuero, s. f.). Este conjunto de elementos mostró que la oportunidad del sector no dependió solo de la innovación tecnológica, sino también de una base agrícola y territorial muy favorable.

Esa idea se reforzó con el estudio sobre oferta potencial agrícola, que identificó una canasta de 68 productos no tradicionales con potencial exportador, de los cuales 31 pertenecieron al grupo de frutas. El documento también mostró que Colombia solo utilizaba cerca del 20% de su potencial agrícola, al tener 4,2 millones de hectáreas en uso frente a 21,5 millones de hectáreas con vocación agrícola (Perfetti, s. f.).

Estos resultados fueron clave porque mostraron que el país no solo tenía espacio para aumentar producción, sino también para aplicar tecnología en cadenas con alto potencial exportador, como frutas, hortalizas, tubérculos, especias, acuicultura y productos transformados.

#### ***4.1.5. El sector ganó visibilidad por la presión de tendencias internacionales y por cambios posteriores a la pandemia***

Un hallazgo adicional fue que el desarrollo del sector no respondió únicamente a iniciativas locales, sino también a un contexto internacional que empezó a valorar más la tecnología aplicada al agro. El informe del BID Lab mostró que los pequeños agricultores de la región comenzaron a buscar soluciones integrales relacionadas con productividad, acceso a mercados, cambio climático e inclusión financiera. Además, identificó 131 herramientas digitales en uso o despliegue en América Latina para apoyar a pequeños agricultores y señaló que casi un tercio provenían de Colombia, lo que reforzó la idea de que el país venía ganando un lugar importante en el ecosistema regional (Loukos & Arathoon, 2021).

Por otra parte, Agronet resaltó que después de la pandemia aumentó el interés por startups agrotech debido a la necesidad de contar con cadenas de suministro más eficientes y nuevas formas de cultivar, procesar, transportar y vender alimentos. En paralelo, el World Economic Forum subrayó que la transformación del agro ya no podía entenderse solo en términos de productividad, sino también de sostenibilidad, inclusión, accesibilidad y articulación entre canales físicos y digitales (Agronet, s. f.; World Economic Forum & PwC India, 2024). Esto permitió concluir que el crecimiento del sector agritech colombiano también estuvo impulsado por cambios globales que fueron empujando al mercado hacia soluciones más tecnológicas, más trazables y sostenibles.

En conjunto, los resultados mostraron que el ecosistema agritech colombiano no fue inexistente ni marginal, sino emergente. Por un lado, se identificó una base tecnológica real, empresas con propuestas especializadas, una creciente visibilidad del sector y una base agrícola con alto potencial. Por otro lado, también se evidenciaron barreras muy fuertes en conectividad, informalidad, productividad, escalamiento

y adopción tecnológica. Esto permitió establecer una base sólida para el análisis posterior: las pymes colombianas del sector sí operaron en un entorno con oportunidades reales, pero todavía condicionado por restricciones estructurales que limitaron su consolidación e internacionalización (Loukos & Arathoon, 2021; CMS Rodríguez-Azuero, s. f.; Ortiz Páez et al., 2022).

#### 4.2. Casos de referencia nacionales e internacionales en el sector agroecológico

Para complementar el análisis previo, se construyó un mini caso comparado con empresas nacionales y regionales que permitieron observar, de forma más concreta, cómo se relacionaron la innovación tecnológica y la posibilidad de crecer hacia otros mercados. La idea no fue presentar una simple lista de empresas, sino identificar qué tipo de soluciones desarrollaron, cómo se posicionaron, qué retos enfrentaron y qué aprendizajes dejaron para el caso colombiano. Para esto se seleccionaron tres empresas colombianas y tres regionales con base en tres criterios: que tuvieran una propuesta tecnológica clara, que existiera información pública sobre su operación o posicionamiento y que mostraran alguna señal de escalamiento o proyección internacional. Esta comparación también permitió entender mejor la relación entre las variables de la investigación, ya que mostró que la agrotecnología sí abrió puertas hacia la internacionalización, pero que ese paso dependió de varios factores adicionales, como la escala, la adaptación al mercado y la capacidad de convertir la tecnología en una propuesta comercial sólida.

**Tabla 2**

*Análisis de resultados*

<b>Empresa</b>	<b>País</b>	<b>Tipo de solución</b>	<b>Posicionamiento de mercado</b>	<b>Retos y desafíos</b>	<b>Señal de internacionalización o escalamiento</b>	<b>Aprendizaje para Colombia</b>
Resioma	Colombia	Agricultura de precisión para cultivos	Se ha posicionado como una solución	Su principal reto es escalar una solución nacida para contextos muy	La empresa comunica presencia en varios países de América	Colombia sí puede desarrollar tecnología útil y diferenciada

		tropicales, monitoreo de labores, análisis de productividad y toma de decisiones con datos.	muy enfocada en necesidades reales del agro tropical, especialmente en monitoreo y control de operaciones de campo.	específicos y adaptarla a otros cultivos y mercados sin perder su propuesta de valor.	Latina y una operación basada en tecnología homologada para cultivos tropicales.	cuando se enfoca en problemas concretos del agro tropical.
Lynks	Colombia	Monitoreo de agua, clima y suelos; gestión hídrica; sensores y analítica para mejorar riego y productividad.	Su valor está en conectar eficiencia hídrica con productividad, algo cada vez más importante en el agro.	El desafío está en lograr mayor adopción comercial y convertir una solución técnica valiosa en una plataforma de crecimiento sostenido.	La empresa destaca ahorros importantes en agua y una plataforma de monitoreo integral, lo que muestra potencial de escalamiento en mercados donde el uso eficiente del agua es prioridad.	Las soluciones relacionadas con agua pueden ser una ventaja fuerte para Colombia, porque responden a una necesidad global y son más fáciles de explicar comercialmente.
Preserva	Colombia	Trazabilidad ambiental, monitoreo satelital y uso de <i>blockchain</i> para registrar información	Se diferencia porque no solo apunta a productividad, sino también a transparencia,	Su reto principal es que el mercado esté dispuesto a pagar por trazabilidad y sostenibilidad, y que existan incentivos	Su propuesta conecta bien con exigencias internacionales crecientes en trazabilidad y sostenibilidad, especialmente en cadenas agroalimentarias	La tecnología colombiana también puede competir si se enfoca en trazabilidad y sostenibilidad, no solo en producción.

		n y demostrar sostenibilidad.	sostenibilidad y generación de valor ambiental verificable.	claros para adoptar este tipo de solución.	as más reguladas.	
Kilimo	Argentina	Optimización de riego y seguridad hídrica con apoyo de datos, automatización y analítica.	Ha logrado posicionarse como una solución útil no solo para agricultores, sino también para empresas interesadas en sostenibilidad y gestión del agua.	Su reto ha sido validar su solución en distintos contextos productivos y demostrar impacto de manera consistente.	La empresa reporta presencia en varios países y alianzas con actores corporativos, lo que refleja escalamiento y proyección internacional.	Para internacionalizarse, no basta con tener tecnología; también hay que conectarla con agendas globales como sostenibilidad y seguridad hídrica.
Solinftec	Brasil	Automatización agrícola, inteligencia artificial, robótica y operación autónoma en campo.	Es uno de los referentes más consolidados de la región y se ha posicionado como actor fuerte en agricultura digital a gran	Su desafío ya no es validar la idea, sino sostener operación internacional, integración tecnológica y crecimiento en distintos mercados.	Representa uno de los casos más claros de madurez y expansión internacional dentro del ecosistema agritech latinoamericano.	El caso brasileño muestra que la internacionalización llega con más fuerza cuando existe un ecosistema robusto, acceso a capital y mayor escala.

			escala.			
Ucrop.it	Argentina	Trazabilidad, cumplimiento normativo y verificación de sostenibilidad para cadenas agrícolas.	Su propuesta se apoya en ayudar a productores y empresas a responder a estándares y exigencias regulatorias del mercado internacional.	Uno de sus principales retos es ganar confianza, interoperabilidad y aceptación en mercados donde la regulación cambia rápido.	Se reconoce como una solución útil para procesos de sostenibilidad verificable y cumplimiento, lo cual le da una ventaja clara en mercados internacionales más exigentes.	Hay una oportunidad fuerte para Colombia en soluciones que ayuden a cumplir normas, demostrar sostenibilidad y facilitar acceso a mercados.

A partir de un análisis comparado de los anteriores 6 casos se derivan las siguientes lecciones.

A partir de un análisis comparado de los seis casos presentados en la Tabla 2, se pueden sacar varias lecciones importantes para el caso colombiano. En primer lugar, los tres casos nacionales: Resioma, Lynks y Preserva, muestran que en Colombia sí existen capacidades tecnológicas reales en temas estratégicos como agricultura de precisión, gestión hídrica y trazabilidad. Esto es importante porque confirma que el país sí ha logrado desarrollar soluciones útiles para problemas concretos del agro. Sin embargo, al compararlos con Kilimo, Solinftec y ucrop.it, se ve que la diferencia principal no está tanto en la calidad de la tecnología, sino en la capacidad de escalarla, posicionarla mejor en el mercado y llevarla a una proyección internacional más clara. Mientras las empresas colombianas todavía están más cerca de procesos de validación o consolidación local, los casos de Argentina y Brasil muestran mayor presencia en otros mercados, alianzas más fuertes y un nivel de madurez mucho más avanzado.

En segundo lugar, la comparación también deja ver que las soluciones con mayor posibilidad de crecer internacionalmente son las que responden a demandas globales muy claras. Por ejemplo, Lynks y Kilimo trabajan sobre gestión hídrica, un tema que hoy tiene mucha relevancia por la presión sobre el agua, mientras que Preserva y ucrop.it se conectan con exigencias cada vez más fuertes en trazabilidad, sostenibilidad y cumplimiento normativo. En el caso de Solinftec, su fortaleza está en haber llevado la automatización, la inteligencia artificial y la robótica a una escala mucho mayor. Esto permite entender que la internacionalización en el sector agritech no depende solo de innovar, sino de que la solución sea fácil de explicar comercialmente, adaptable a distintos contextos y conectada con tendencias que ya están generando demanda en mercados internacionales.

Por último, la Tabla 2 deja una idea muy clara para Colombia: el reto principal no parece estar en la falta de talento o de ideas, sino en la dificultad para convertir esas soluciones en crecimiento sostenido. Las empresas colombianas analizadas sí tienen propuestas diferenciadas y útiles, pero todavía enfrentan barreras para ampliar su adopción, sostener su crecimiento y traducir sus avances técnicos en una expansión regional más fuerte. En cambio, los casos de Argentina y Brasil muestran que cuando una empresa logra combinar tecnología, alianzas, capital y conexión con necesidades globales, las posibilidades de internacionalización aumentan mucho más. Por eso, el análisis comparado permite concluir que Colombia sí tiene base para competir en el sector agritech, pero que el verdadero desafío está en fortalecer el ecosistema y las condiciones que permitan transformar soluciones valiosas en empresas realmente escalables e internacionalizables.

#### **4.3. Factores internos y externos que determinan la capacidad de las pymes colombianas de agrotecnología para ingresar a mercados internacionales**

A partir de los resultados presentados en los apartados anteriores, el análisis permitió identificar que la capacidad de internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología no dependió de un solo elemento, sino de la interacción entre factores internos de la empresa y condiciones

externas del ecosistema. En otras palabras, la evidencia documental mostró que el desarrollo tecnológico por sí solo no aseguró procesos de expansión internacional. Lo que realmente marcó la diferencia fue la posibilidad de convertir esa capacidad tecnológica en una propuesta de valor clara, escalable y alineada con necesidades concretas del mercado. Desde esta perspectiva, el análisis permitió pasar del panorama descriptivo y de los casos comparados a una lectura más interpretativa sobre los factores que favorecieron o limitaron la inserción internacional de estas empresas.

#### ***4.3.1 Las capacidades tecnológicas sí generaron oportunidades, pero no fueron suficientes por sí solas***

Uno de los patrones más claros del análisis documental fue que las pymes agritech colombianas sí contaron con una base tecnológica valiosa. En las fuentes revisadas aparecieron de manera recurrente soluciones relacionadas con agricultura de precisión, monitoreo de cultivos, gestión hídrica, trazabilidad, análisis de datos e Internet de las Cosas. Además, los casos revisados en 4.2 mostraron que empresas como SIOMA, Lynks y Preserva ya habían logrado desarrollar propuestas especializadas y orientadas a problemas reales del agro. Esto permitió sostener que el sector no partió de cero, sino que sí tuvo una base de innovación relevante.

Sin embargo, el análisis también mostró que esa capacidad tecnológica no se tradujo automáticamente en procesos de internacionalización. Lo que apareció con más claridad fue que muchas empresas lograron validar una solución útil, pero no necesariamente dar el paso hacia una escala mayor o hacia una proyección internacional constante. Esto sugiere que la tecnología funcionó como una condición necesaria, pero no suficiente. Para internacionalizarse, las empresas necesitaron algo más que una buena herramienta: necesitaron capacidad de adaptación, validación comercial, conocimiento del mercado, articulación con aliados y un entorno que apoyara el escalamiento. En este punto, el análisis reforzó la idea de que el valor de la agrotecnología no estuvo únicamente en la novedad técnica, sino en su capacidad de resolver problemas concretos con beneficios medibles, accesibles y comercialmente aplicables y viables.

#### **4.3.2. La principal diferencia entre Colombia y los casos regionales**

Al contrastar los resultados de 4.1 y 4.2, se hizo evidente que la distancia entre Colombia y países como Brasil y Argentina no estuvo únicamente en la calidad de las soluciones, sino en la escala alcanzada y en el nivel de madurez del ecosistema. En Colombia aparecieron empresas con propuestas tecnológicas pertinentes y bien enfocadas, pero los casos regionales como Kilimo, Solinftec y ucrop.it mostraron un paso adicional: lograron convertir esa innovación en una solución replicable, comercialmente visible y conectada con actores de mayor escala. En otras palabras, mientras en Colombia gana una lógica de validación y consolidación temprana, en los casos regionales se observó una mayor capacidad de expansión, posicionamiento y gestión con mercados más amplios.

Este hallazgo fue importante porque permitió interpretar que el problema central no estuvo necesariamente en la falta de ideas o de talento, sino en la dificultad para consolidar un entorno que permitiera a las empresas crecer de manera sostenida. A partir de los documentos revisados, se vio que factores como acceso a financiamiento, redes de apoyo, validación con actores corporativos (empresariado), cumplimiento de estándares y posibilidad de expansión regional sí marcaron diferencias importantes. Además, el análisis permitió entender que muchas herramientas digitales en América Latina no habían logrado escalar como en otras regiones y que varias se mantuvieron en esquemas pequeños, de entre 1.000 y 5.000 usuarios, lo que limitó su sostenibilidad. Esto ayudó a explicar por qué, en el caso colombiano, muchas iniciativas innovadoras sí aparecieron, pero no siempre crecieron al ritmo que requería una internacionalización sostenida.

#### **4.3.3. Las barreras estructurales del entorno colombiano limitaron el paso de la innovación al escalamiento**

Otro resultado analizado fue que las barreras estructurales del entorno colombiano siguieron pesando de manera importante en el desempeño del sector. Los datos sobre informalidad rural, conectividad, adopción tecnológica y productividad mostraron que las pymes agritech no operaron en un

contexto neutral, sino en uno con limitaciones claras. Esto ayudó a explicar por qué muchas soluciones tecnológicas sí aparecieron, pero no siempre lograron ser adoptadas de forma amplia ni sostener una trayectoria de crecimiento que facilitara su internacionalización. En este sentido, la innovación existió, pero se desarrolló en un entorno que todavía no ofreció todas las condiciones necesarias para su escalamiento.

Desde el análisis cualitativo, estos resultados permitieron ver que la internacionalización no dependió únicamente de lo que la empresa quiso hacer, sino también de las condiciones reales sobre las que construyó su operación. Si el entorno tuvo baja conectividad, baja adopción tecnológica y dificultades de financiamiento, entonces el paso de la innovación a la expansión se volvió mucho más difícil. Esto reforzó la idea de que la estructura del sector agritech en Colombia sí influyó directamente sobre las posibilidades de internacionalización, lo que dio sustento a la primera hipótesis de la investigación. En otras palabras, el problema no estuvo solo en la empresa, sino también en el contexto sectorial que condicionó su crecimiento, su consolidación y su capacidad de proyectarse hacia otros mercados.

#### ***4.3.4. Las tendencias internacionales sí impulsaron el desarrollo del sector agritech colombiano***

El análisis también mostró que las tendencias internacionales actuaron como una fuerza importante en la evolución del sector. En las fuentes revisadas apareció de forma constante que el agro global comenzó a exigir más sostenibilidad, trazabilidad, eficiencia hídrica, digitalización y seguridad alimentaria. Estas demandas no se quedaron solo en el plano internacional, sino que empezaron a influir en el tipo de soluciones que se desarrollaron en Colombia. Esto se vio reflejado tanto en el panorama general del sector como en los casos identificados, donde muchas de las capacidades más visibles estuvieron orientadas precisamente a responder a esas nuevas exigencias: monitoreo, trazabilidad, gestión de recursos y análisis de datos.

Este punto fue clave porque permitió conectar directamente el desarrollo del sector colombiano con las presiones y oportunidades del contexto global. El crecimiento de la visibilidad del agritech después

de la pandemia, el interés por soluciones más eficientes y sostenibles, y la necesidad de responder a mercados más exigentes mostraron que las tendencias internacionales no fueron un elemento externo aislado, sino una variable que sí influyó sobre la forma en que el ecosistema colombiano evolucionó. Además, el análisis mostró que el mercado agroalimentario premió cada vez más la innovación útil, pero también exigió capacidad de implementación y escalamiento. Esto se vio en los resultados reportados para proyectos piloto de *smart farming*, donde se registraron aumentos de producción de entre 50% y 80% y reducciones de costos de entre 20% y 40%, aunque pocas soluciones lograron pasar de la etapa piloto a una comercialización masiva. En ese sentido, los hallazgos también dieron sustento a la segunda hipótesis de la investigación, según la cual las tendencias internacionales tuvieron un impacto positivo sobre la estructura del sector agritech en Colombia.

#### **4.3.5. La internacionalización apareció como un proceso gradual**

Finalmente, el análisis permitió ver que la internacionalización de las pymes agritech colombianas se comportó más como un proceso progresivo que como un salto directo. Esta conclusión estuvo en línea con el modelo Uppsala trabajado en la revisión de literatura. Lo que mostraron tanto los resultados del panorama sectorial como los casos revisados fue que las empresas avanzaron primero en validación local, luego en consolidación de su solución, después en alianzas o pilotos, y finalmente en proyección internacional. Es decir, el ingreso a mercados externos no apareció como una consecuencia automática de innovar, sino como un paso posterior que requirió aprendizaje, experiencia y acumulación de capacidades.

Esto fue especialmente importante porque ayudó a explicar por qué, incluso en un ecosistema con capacidades y oportunidades, la mayoría de las empresas todavía se mantuvo en fases tempranas o intermedias de expansión. En lugar de interpretar esto como un fracaso del sector, el análisis permitió leerlo como una señal de maduración y de cambio, pero tranquilo. Desde esta perspectiva, la internacionalización no se entendió como un evento puntual, sino como un proceso construido paso a

paso, condicionado tanto por factores internos como por el entorno en el que las empresas operaron. A esto se añadió otro hallazgo relevante: la oportunidad internacional para las empresas agritech colombianas no dependió solo del desarrollo tecnológico, sino también de la existencia de una base productiva amplia sobre la cual esas soluciones pudieran aplicarse y escalarse. El hecho de que Colombia cuente con una canasta de 68 productos no tradicionales con potencial exportador, de los cuales 31 pertenecen al grupo de frutas, reforzó la idea de que el país no solo tiene espacio para innovar, sino también para proyectar esa innovación sobre planes agrícolas con verdadero potencial de internacionalización.

En conjunto, el análisis total mostró que la internacionalización de las pymes colombianas de agrotecnología dependió de una combinación entre capacidades internas, madurez y condiciones del entorno. Las empresas necesitaron desarrollar soluciones claras, útiles y diferenciadas, pero también requirieron un ecosistema que facilitara el escalamiento, el acceso a redes, la validación comercial y la adaptación a tendencias globales. Por eso, la relación entre las variables de esta investigación se mantuvo: una estructura agritech más sólida y mejor articulada aumentó la posibilidad de inserción en mercados internacionales, mientras que las tendencias internacionales actuaron como una fuerza que impulsó el desarrollo de esa estructura sectorial.

En términos de validación de hipótesis, los hallazgos permitieron sostener que la primera hipótesis recibió apoyo en la medida en que la evidencia mostró que la estructura del sector agritech en Colombia sí influyó sobre la internacionalización de las empresas, especialmente a través de factores como escalamiento, articulación institucional, acceso a redes y condiciones del entorno. De igual manera la segunda hipótesis también recibió apoyo, ya que las tendencias internacionales relacionadas con sostenibilidad, eficiencia hídrica, trazabilidad y digitalización incidieron de manera positiva en la evolución del sector agritech colombiano. En consecuencia, el análisis no mostró relaciones automáticas ni lineales, pero sí confirmó que ambas hipótesis estuvieron respaldadas por los patrones identificados en el corpus

documental.

Tabla 3

*Factores internos y externos*

<b>Tipo de Factor</b>	<b>Factor</b>	<b>Efecto del factor</b>
Interno	Capacidades Tecnológicas	Favorecen la generación de soluciones aplicables a problemas reales del agro.
Interno	Validación Comercial	Reduce la incertidumbre y fortalece la posibilidad de escalamiento.
Interno	Propuesta de valor clara	Hace más viable la adopción y adaptación en mercados externos.
Interno	Capacidad de escalamiento	Permite transformar innovación en crecimiento sostenido.
Externo	Tendencias internacionales	Orientan el desarrollo del sector hacia demandas globales.
Externo	Redes de apoyo institucional y corporativo	Facilitan validación, alianzas y proyección internacional.
Externo	Conectividad rural limitada	Restringe la implementación y difusión de soluciones tecnológicas.
Externo	Baja adopción tecnológica	Debilita la consolidación del

		mercado interno
Externo	Madurez del ecosistema	Reduce competitividad frente a países como Brasil y Argentina.

## 5. Discusión de los resultados

Los resultados de esta investigación permiten decir que la agrotecnología sí puede favorecer la internacionalización de las pymes colombianas, pero no de manera automática. Es decir, tener una solución tecnológica útil no garantiza por sí solo que una empresa logre entrar a mercados internacionales. Para que eso pase, también hacen falta otras condiciones, como validación comercial, capacidad de escalamiento, redes de apoyo y un entorno sectorial más sólido. En ese sentido, los hallazgos sí coinciden con la literatura revisada, que plantea que la internacionalización de las pymes depende tanto de factores internos como externos, y no solamente de la intención de exportar o de innovar. Además, se mostró que la viabilidad exportadora depende de variables mucho más concretas, como la madurez tecnológica, la validación comercial, la propuesta de valor, el acceso a capital y la articulación con actores estratégicos.

Al comparar los resultados con las investigaciones que se usaron para plantear las hipótesis, se encontró una coincidencia importante: la tecnología sí mejora la competitividad y sí abre oportunidades de crecimiento, pero su efecto depende mucho del contexto en el que opera la empresa. Eso se vio claramente en el caso colombiano, donde sí existen capacidades tecnológicas reales, pero también barreras persistentes en conectividad, adopción tecnológica, financiamiento y madurez del ecosistema. Por eso, aunque el trabajo confirmó lo que venían planteando autores como Loukos y Arathoon, Escandón-Barbosa y Segura-Laiton et al., también mostró que en Colombia la internacionalización sigue siendo más limitada que en otros ecosistemas regionales, porque la innovación todavía encuentra dificultades para traducirse en escalamiento sostenido. En este punto,

los hallazgos también se conectan con la idea de que el potencial existe y precisamente necesita ser explotado y replicado de países donde la industria logro florecer a nivel local e internacional: el problema no está solo en tener una buena solución, sino en lograr que esa solución sea comercialmente clara, medible y adaptable a otros mercados.

La comparación con los casos de Argentina y Brasil reforzó aún más esta idea. Los resultados mostraron que la principal brecha de Colombia no está en la falta de talento ni en la falta de soluciones relevantes, sino en la capacidad de convertir esa tecnología en propuestas más escalables, visibles y conectadas con demandas internacionales. De la misma forma, se encontró que las tendencias globales de sostenibilidad, trazabilidad, eficiencia hídrica y digitalización sí han influido de manera positiva en el desarrollo del sector agritech colombiano, porque han orientado el tipo de soluciones que ganan relevancia dentro del mercado. Esto confirma que el sector no ha evolucionado de forma aislada, sino en respuesta a cambios más amplios del agro global. A la vez, también ayuda a entender por qué las oportunidades más claras de internacionalización no son iguales para cualquier empresa, sino más viables en segmentos como gestión hídrica, agricultura de precisión, monitoreo y trazabilidad, que fueron justamente los que mostraron mayor conexión con necesidades globales y con cadenas agroexportadoras más dinámicas.

En consecuencia, la discusión permitió validar las dos hipótesis planteadas. La primera quedó apoyada porque los resultados mostraron que la estructura del sector agritech en Colombia sí influye en la internacionalización de las empresas, especialmente a través de variables como madurez del ecosistema, redes de apoyo, financiamiento y condiciones del entorno. La segunda también quedó apoyada, ya que las tendencias internacionales incidieron directamente en la evolución del sector, orientando sus soluciones hacia problemas con relevancia global. En conjunto, la discusión permite concluir que la agrotecnología sí es una condición importante para la internacionalización, pero que su efecto depende de la capacidad de la empresa para convertir innovación en crecimiento sostenible y

del fortalecimiento del ecosistema en el que opera. La internacionalización real ocurre cuando la empresa logra juntar tecnología, validación, diferenciación y una ruta de entrada coherente con el tipo de solución que ofrece.

## 6. Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar las oportunidades de internacionalización de las pymes colombianas del sector de agrotecnología, con el fin de proponer estrategias que fortalezcan su inserción en mercados internacionales. Este objetivo se cumplió a través de una investigación cualitativa de tipo documental, apoyada en el análisis temático de contenido de fuentes académicas, institucionales y sectoriales, además de la revisión comparada de casos nacionales y regionales del sector agritech. Gracias a este proceso, fue posible identificar tanto las fortalezas y oportunidades del ecosistema colombiano como las barreras que todavía limitan su crecimiento y su proyección internacional.

La primera conclusión se refiere a las variables que determinan el éxito exportador de una pyme agritech colombiana. La revisión de fuentes y la comparación con casos regionales permitieron identificar siete variables que, en conjunto, ayudan a definir qué tan viable es la internacionalización y que pueden servir como una especie de guía para una empresa que quiera salir al exterior. La primera es la madurez tecnológica de la solución, entendida como la capacidad de operar fuera de condiciones controladas y adaptarse a distintos contextos productivos. La segunda es la validación comercial en el mercado interno, medida en clientes que realmente pagan, retención y niveles reales de adopción, y no solo en pilotos apoyados por terceros. En este punto, el informe del BID Lab fue especialmente claro al mostrar que la mayoría de servicios digitales agropecuarios de la región se mantuvo entre 1.000 y 5.000 usuarios sin lograr escalar. La tercera variable es la propuesta de valor expresada en beneficios medibles, como ahorros de entre 90% y 95% en herbicidas reportados por Bancolombia o aumentos de productividad de entre 50% y 80% en pilotos de *smart farming*, porque sin resultados concretos es

muy difícil vender una solución en mercados internacionales. La cuarta es la capacidad de cumplir con normas y certificaciones, sobre todo en temas de trazabilidad y sostenibilidad que hoy funcionan como requisito de entrada en muchos mercados. La quinta es el acceso a **capital** para una etapa de crecimiento posterior, en un país donde el 84% de las startups agritech se concentra en etapas presemilla o semilla, lo que frena el salto exportador. La sexta es la articulación con redes institucionales y corporativas, como ProColombia, AGROSAVIA, MinAgricultura, fondos como Eatable Adventures y aliados del sector agroindustrial. Y la séptima es el manejo del idioma y de modelos de venta B2B internacional, especialmente si se quiere llegar a Estados Unidos o a la Unión Europea, donde la asesoría al cliente constituya la base de la venta. En conjunto, la investigación sugiere que una pyme que no logre cumplir al menos cinco de estas siete variables tiene una probabilidad baja de sostener un proceso de internacionalización, sin importar qué tan buena sea su tecnología.

La segunda conclusión se refiere a los mercados a los que realmente es viable entrar y a la forma de hacerlo. La evidencia mostró que no todos los destinos están al mismo alcance y que la decisión depende del tipo de solución que ofrezca la pyme. Para soluciones de agricultura tropical, agricultura de precisión, gestión hídrica y monitoreo, que son precisamente las áreas donde Colombia tiene una base más sólida de validación, los mercados de entrada más realistas son los países de la región con condiciones agrícolas parecidas, como Ecuador, Perú, varios países de Centroamérica, México y las zonas tropicales de Brasil. La forma de entrada a estos mercados, de acuerdo con el modelo Uppsala que se validó en el análisis, es gradual: primero pilotos comerciales con productores grandes o agroindustrias locales, luego alianzas con distribuidores o integradores regionales, y solo después una operación propia. Para soluciones de trazabilidad, certificación de sostenibilidad y cumplimiento normativo, los mercados más viables son Estados Unidos y la Unión Europea, no necesariamente como compradores directos de la tecnología, sino como destinos donde el producto agroexportado colombiano necesita esa tecnología para mantener el acceso. En este punto, el trabajo

resalta que Estados Unidos concentra el 41% del valor de las exportaciones agrícolas colombianas y la Unión Europea el 25%, con Países Bajos como punto clave de entrada al continente. En estos casos, la forma de entrada más lógica es indirecta, integrándose con exportadores ya consolidados de café, banano, aguacate Hass o flores, y ofreciendo la tecnología como parte de la cadena agroexportadora, no como un producto aislado. También aparece una tercera ruta, todavía emergente pero importante, relacionada con fondos europeos de inversión en agrifoodtech que ya han empezado a operar en Colombia. Un ejemplo es Eatable Adventures, que en 2025 invirtió USD 40 millones en startups agroalimentarias colombianas con planes de expansión hacia España, Alemania y Brasil. Además, Colombia ya cuenta con TLC vigentes con Estados Unidos, la Unión Europea, México, Canadá y el Triángulo Norte centroamericano, lo que reduce barreras para los productos agrícolas que incorporen tecnología nacional, aunque en el caso de la exportación de servicios digitales el reto sigue siendo más regulatorio y de propiedad intelectual que otra cosa.

La tercera conclusión específica se refiere a los principales competidores que una pyme agritech colombiana tendría que enfrentar. El competidor estructural más fuerte es Solinftec, originaria de Brasil, que para 2025 opera en más de diez países, cuenta con cerca de 800 empleados, 330 de ellos dedicados a investigación y desarrollo, y tiene presencia en Estados Unidos desde 2019 en alianza con Purdue University, además de planes de exportar veinte robots Solix a once países de América Latina, incluida Colombia. En gestión hídrica, el competidor de referencia es Kilimo, nacida en Córdoba, Argentina, en 2014, que ya factura más de USD 1 millón al año y opera en varios países con alianzas corporativas ligadas a sostenibilidad y huella hídrica. En trazabilidad y cumplimiento normativo, ucrop.it ha logrado una posición importante en cadenas agrícolas reguladas. A estos referentes regionales se suman Auravant en Argentina, Instacrops en Chile, Verqor en México y NotCo en foodtech. El punto importante aquí no es que estos competidores necesariamente tengan mejor tecnología que la colombiana, sino que cuentan con ventajas estructurales que Colombia todavía no

igual: ecosistemas de inversión más maduros, mayor tamaño de mercado interno, más años de operación y una conexión más temprana con capital institucional internacional. Por eso, una pyme colombiana que quiera internacionalizarse debe entender que no compite solo contra otras ideas, sino contra empresas que ya tienen capital, redes de distribución y reputación construida. En consecuencia, su estrategia no debería basarse en enfrentarse directamente a esos actores, sino en diferenciarse con claridad, sobre todo en nichos como cultivos tropicales, sostenibilidad verificable o integración con la cadena agroexportadora colombiana.

La cuarta conclusión específica se refiere a las amenazas concretas que enfrenta una pyme agritech colombiana que quiera internacionalizarse. La primera amenaza es estructural y viene del entorno local: con una informalidad rural de 85,1%, una conectividad rural de apenas 28,8% y un uso de tecnología en el agro de 31%, la pyme no puede asumir que su mercado de validación local funciona bajo condiciones similares a las de un mercado desarrollado. Esto termina afectando la construcción de su propuesta de valor cuando quiere salir al exterior. La segunda amenaza es la concentración del capital de riesgo regional en Brasil y Argentina. En 2024, Colombia movilizó USD 40,4 millones en agritech, una cifra relevante para el país, pero todavía muy baja frente a los niveles de Brasil y Argentina, lo que reduce la posibilidad de cerrar rondas grandes y competitivas. La tercera amenaza es la dependencia comercial de pocos destinos: Estados Unidos concentra el 30,6% de las exportaciones totales de Colombia y el 41% de las agrícolas, por lo que cualquier tensión arancelaria o sanitaria afecta directamente a las pymes que se conecten con esa cadena. La cuarta amenaza es la lentitud en la adopción tecnológica del pequeño productor colombiano, ya que solo el 30% usa tecnología de manera regular, frente a más del 50% en Argentina, Brasil y Chile. Esto reduce el tamaño del mercado local de validación y obliga a muchas empresas a querer salir antes de tiempo. La quinta amenaza es la articulación tardía entre academia, sector privado y entidades públicas, lo que retrasa la transferencia tecnológica frente a referentes regionales y un personal con limitaciones gerenciales. Una pyme que

ignore estas amenazas corre el riesgo de quedarse atrapada en el escenario que documentó el BID Lab: tener una solución útil, pero sin capacidad real de pasar del rango de 1.000 a 5.000 usuarios.

Como cierre, la respuesta a la pregunta de investigación es que las oportunidades de internacionalización para las pymes colombianas del sector de agrotecnología sí existen, pero son condicionadas y se concentran en tres frentes concretos. El primero es la expansión regional hacia Ecuador, Perú, Centroamérica y zonas tropicales de México y Brasil con soluciones de agricultura de precisión, monitoreo y gestión hídrica, donde la similitud agrícola y los TLC vigentes ayudan a reducir barreras de entrada. El segundo es la integración con la cadena agroexportadora colombiana hacia Estados Unidos y la Unión Europea mediante soluciones de trazabilidad, sostenibilidad y cumplimiento normativo, aprovechando que Colombia exportó USD 10.500 millones en productos agrícolas en 2024, con proyección de crecimiento del 15% para 2025, y que solo en junio de 2025 las exportaciones del agro crecieron 35% frente al mismo mes del año anterior. El tercer frente es el capital de inversión europeo que ya empezó a entrar al ecosistema colombiano. Sin embargo, estas oportunidades exigen que la pyme cumpla con las variables de éxito identificadas, que entienda bien a sus competidores y que gestione las amenazas estructurales descritas. La conclusión principal, entonces, no es simplemente que Colombia tiene potencial agritech, sino que ese potencial solo se convierte en internacionalización cuando la empresa logra usar la ventaja agropecuaria del país como plataforma de validación, escoge un mercado coherente con su tipo de solución, se diferencia bien frente a sus competidores y reconoce de forma clara las amenazas del entorno colombiano. Esta sería la diferencia entre una pyme que se queda validando localmente y una que realmente logra exportar.

### **6.1. Recomendaciones, implicaciones y futuras líneas de investigación**

Los resultados de esta investigación tienen implicaciones tanto para la academia como para el sector real. En el plano académico, el estudio aporta a una discusión que todavía tiene mucho por desarrollarse en Colombia: la relación entre internacionalización, pymes y agrotecnología. El trabajo

muestra que no basta con estudiar la internacionalización desde enfoques tradicionales, sino que también es necesario analizar cómo ocurre en sectores donde la innovación, la sostenibilidad y la transformación digital tienen un papel central. Además, la investigación demuestra que teorías clásicas, como el modelo Uppsala, siguen siendo útiles, pero deben leerse a la luz de dinámicas más recientes y contemporáneas. En el sector real, este estudio muestra que la tecnología aplicada al agro no debe verse como algo accesorio, sino como una herramienta estratégica para competir. Para las empresas, especialmente para las pymes, el trabajo deja ver que innovar sí puede abrir oportunidades de crecimiento y diferenciación, pero que el verdadero reto está en lograr que esa innovación sea escalable, comercialmente viable y conectada con necesidades reales del mercado. Ahí está el valor práctico de esta investigación: ayudar a entender por qué algunas iniciativas logran avanzar y otras se quedan en etapas tempranas.

A partir de los resultados, una primera recomendación para empresarios y gerentes del sector es no concentrar todos sus esfuerzos únicamente en el desarrollo técnico de la solución. En muchos casos, el problema no está en que la tecnología sea mala, sino en que no logra traducirse en una propuesta clara para el cliente o en una solución adaptable a otros contextos. Por eso, es clave trabajar desde etapas tempranas en validación comercial, entendimiento del mercado, construcción de alianzas y definición de una propuesta de valor concreta. También es importante que la solución con la que se salga al mercado tenga viabilidad económica, porque al final no solo se evalúa la innovación, sino también si resuelve de forma eficiente una necesidad desde una lógica costo-beneficio.

Una segunda recomendación es fortalecer la articulación con otros actores del ecosistema. Los casos analizados mostraron que las empresas que logran avanzar más no crecen solas, sino conectadas con redes de apoyo, entidades institucionales, centros de investigación, fondos de inversión, aliados corporativos y programas de innovación. En ese sentido, para las pymes agritech colombianas puede ser más estratégico construir relaciones y proyectos piloto con actores clave que intentar crecer de

manera aislada. La internacionalización, en este contexto, aparece menos como una meta inmediata y más como el resultado de un proceso de consolidación progresiva.

También es importante que las entidades públicas y organizaciones de apoyo al emprendimiento entiendan que el sector agritech necesita un acompañamiento más específico. No todas las empresas enfrentan las mismas barreras, ni todas necesitan el mismo tipo de apoyo. La industria del agro es bastante amplia y, por lo mismo, sus necesidades también cambian mucho. Algunas empresas requieren respaldo en conectividad y adopción tecnológica, otras en validación comercial o acceso a financiamiento, y otras en cumplimiento normativo y conexión con mercados internacionales. Por eso, una implicación práctica del estudio es que las estrategias de apoyo al sector no deberían ser completamente generales, sino más ajustadas a la realidad y a la etapa de desarrollo de cada empresa.

En cuanto a las limitaciones, esta investigación se basó principalmente en revisión documental, análisis temático de contenido y fuentes secundarias, por lo que no incluyó trabajo de campo directo con fuentes primarias. Esto representó una limitación importante, sobre todo en lo relacionado con el acceso a información de empresarios y con la posibilidad de contrastar de manera más directa las percepciones del ecosistema con experiencias concretas de internacionalización. De la misma forma, también hubo limitaciones en la consecución de información, ya que no todas las empresas del sector cuentan con datos públicos suficientes, recientes o comparables, lo que hizo más difícil profundizar en algunos casos.

Otra limitación importante fue que el sector agritech en Colombia sigue siendo un tema emergente, por lo que la información disponible todavía es limitada y dispersa. Esto hizo que en distintos momentos fuera necesario combinar fuentes académicas con reportes institucionales y documentos sectoriales para construir una visión más completa del fenómeno. Aunque esto no impidió desarrollar la investigación, sí mostró que todavía existe un vacío importante de producción académica

consolidada sobre la relación entre agrotecnología e internacionalización en el contexto colombiano. A nivel local y regional, el número de empresas nuevas y activas en este sector todavía es reducido, y al tratarse de una industria tan técnica, los obstáculos para emprender siguen siendo altos.

Con base en estas limitaciones, futuros estudios podrían explorar distintas líneas de investigación. En primer lugar, sería muy valioso desarrollar trabajos con entrevistas a profundidad a empresarios, gerentes, inversionistas y actores institucionales del ecosistema, para conocer de manera más directa las rutas, dificultades y decisiones que influyen en los procesos de internacionalización. Al ser un tema tan específico y poco común, esa fuente primaria de información es difícil de obtener, ya que existen pocas personas y pocas empresas en esta industria que tengan la trayectoria y disponibilidad necesarias para aportar una visión sólida y útil como referencia. El acceso a estos actores es limitado y complejo. Aun así, el análisis cualitativo del sector y de sus ofertas permitió construir un panorama bastante completo de lo que puede venir a futuro. Para finalizar, esta investigación deja ver que el sector agritech colombiano tiene una oportunidad real de consolidarse como un espacio estratégico de innovación y proyección internacional. Sin embargo, para que esa oportunidad se convierta en resultados más concretos, será necesario seguir estudiando el fenómeno con mayor profundidad y, al mismo tiempo, fortalecer las condiciones empresariales e institucionales que permitan que la innovación no se quede solo en el diseño de soluciones, sino que se convierta en crecimiento, escalamiento e inserción efectiva en mercados internacionales. Esto es clave para que más empresas logren exportar no solo su producto, sino también el conocimiento que surge de un país con capacidades geográficas y agrícolas tan amplias como Colombia, y que en el futuro podría convertirse en un referente para esta industria.

## **7. Referencias**

Ángel Hernández, S., Toro Restrepo, S., Villa Zapata, S., & Arango Orozco, V. (s. f.). La presencia de empresas colombianas agropecuarias y de alimentos en el mercado de Asia Pacífico: Análisis mixto de sus experiencias de internacionalización. *MAP | Revista Mundo Asia Pacífico*, 7(12), 58–76. <https://doi.org/10.17230/map.v7.i12.04>

Arraigada, J., & Mac Clay, P. (2025). The potential of digital agriculture start-ups to reshape market dynamics in the ag-input industry: A case study from Argentina. *Bio-Based and Applied Economics*, 14(4), 135–153. <https://doi.org/10.36253/bae-17313>

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2023). *Internacionalización de empresas 2023* [PDF]. ANDI. [https://www.andi.com.co/Uploads/Andi%20Internacionalizaci%C3%B3n%20de%20empresas%202023%20interactivo\\_638230446533623913.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/Andi%20Internacionalizaci%C3%B3n%20de%20empresas%202023%20interactivo_638230446533623913.pdf)

Bancolombia. (2019, 30 de julio). *Agritech: Tecnología al servicio del campo*. <https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/tendencias/agritech>

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.

Carazo, P. (2009). Internationalization process of Colombian SMEs. *Cuadernos de Gestión*. <https://doi.org/10.5295/cdg.19081pm>

Chen, G. (2025). The role of internationalization and innovation in enhancing organizational performance: Evidence from SMEs in Wuhan, China. *Communications on Applied Nonlinear Analysis*. <https://doi.org/10.52783/cana.v32.3367>

- Du, J., Zhu, S., & Li, W. (2022). Innovation through internationalization: A systematic review and research agenda. *Asia Pacific Journal of Management*, 1–35. <https://doi.org/10.1007/s10490-022-09814-z>
- Escandón-Barbosa, D., & Estrada Ochoa, A. (2021). Success factors in the internationalisation of export companies in Colombia. *Ekonomika Regional*, 17(2), 570–581. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-15>
- García-Álvarez de Perea, J., Ramírez-García, C., & Del Cubo-Molina, A. (2019). Internationalization business models and patterns of SMEs and MNEs: A qualitative multi-case study in the agrifood sector. *Sustainability*, 11(10), 2755. <https://doi.org/10.3390/su11102755>
- Kilimo. (s. f.). *Kilimo: Transformando el valor del agua*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://kilimo.com/>
- Kostadinov, T. (2021). Peculiarities of the internationalization of small and medium agro-enterprises. *Macedonian Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.54865/mjas21111-2039k>
- Lizarazo Rodríguez, J. (2023). *Digital agriculture and sustainable development in Latin America: Evidence from agritech start-ups* (SSRN Scholarly Paper No. 4701922). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4701922>
- Lloyd-Reason, L., & Mughan, T. (2006). *Removing barriers to SME access to international markets*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264045866-en>
- Loukos, P., & Arathoon, L. (2021). *Panorama del ecosistema agrotecnológico para los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe* (Nota técnica IDB-TN-2084). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0003027>
- Lynks. (s. f.). *Toma mejores decisiones en tu cultivo con información en tiempo real*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://lynks.com.co/>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025, 12 de julio). *Exportaciones del agro colombiano al alza en junio de 2025: Aumentaron 35 % con respecto al mismo mes del año anterior*. Gobierno de Colombia. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Exportaciones-del-agro-colombiano-al-alza-en-junio-de-2025-aumentaron-35-con-respecto-al-mismo-mes-del-año-anterior.aspx>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13.
- Nurfarida, I. (2022). The internationalization of SMEs: Motives and barriers. *International Journal of Current Science Research and Review*. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v5-i5-43>
- Ortiz Páez, D. M., Contreras Nieto, L. F., Quintero Vargas, F. L., & Cajiao Raigosa, S. (2022). *Agritechs: Tecnologías 4.0 para el agro. Estudio panorámico*. Connect Bogotá Región. <https://hdl.handle.net/20.500.12324/>
- Perfetti, J. J. (2011). Oferta potencial agrícola de Colombia en un nuevo entorno de mercado. En *La política comercial del sector agrícola en Colombia* (Cuadernos de Fedesarrollo No. 38, pp. 103–133). Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo — Fedesarrollo. <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/4ad448ed-1e88-4b5a-a729-0cffdc5e3f71/content>
- Preserva. (s. f.). *We are here to rebuild the environmental balance*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://www.preserva.bio/en/>
- Ramírez Molina, R. I., Vergara Ramos, L. A., Rodríguez Romero, L., Lay Raby, N. D., Severino-González, P., Villalobos Antúnez, J. V., & Santamaria Ruiz, M. J. (2024). Business strategies in agricultural units to incorporate value chains in new national and international markets: A case study of Colombia. *Procedia Computer Science*, 238, 1002–1008. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.126>

- Rask, M. (2014). Internationalization through business model innovation: In search of relevant design dimensions and elements. *Journal of International Entrepreneurship*, 12, 146–161.  
<https://doi.org/10.1007/s10843-014-0127-3>
- Restrepo, M. (2016). Estrategias de internacionalización en pequeñas y medianas empresas colombianas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*.
- Segura-Laiton, E., Chavarro-Rodriguez, C., & Jimenez-Hernandez, C. (2024). Technological capabilities index for agrifood organizations in Colombia. *Revista de Gestão Social e Ambiental*.  
<https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-079>
- SIOMA. (s. f.). *Software agrícola para agricultura de precisión*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://www.sioma.store/>
- Solinftec. (s. f.). *Solinftec: Agronomy solutions—Agtech software platform*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://www.solinftec.com/>
- UCROP. (s. f.). *Agricultural sourcing intelligence*. Recuperado el 11 de mayo de 2026, de <https://ucrop.it/>
- Vahlne, J. (2020). Development of the Uppsala model of internationalization process: From internationalization to evolution. *Global Strategy Journal*, 10, 239–250.  
<https://doi.org/10.1002/gsj.1375>
- Valencia-Ochoa, J., & Ramírez-Guerrero, G. (2020). Internacionalización de pymes colombianas: Un análisis a partir de los factores determinantes. *Revista Espacios*.
- World Economic Forum, & PwC India. (2024, abril). *AgriTech: Shaping agriculture in emerging economies, today and tomorrow*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/agritech-shaping-agriculture-in-emerging-economies-today-and-tomorrow>

