

## **Análisis del acceso a fuentes de financiamiento para las pymes del sector Agrícola. Revisión de la Literatura.**

Aura Liliana López Riascos <sup>1\*</sup>

Angelica María Alvarado Ortiz <sup>2\*</sup>

### **Resumen:**

Este artículo de revisión tuvo por objetivo general analizar sistemáticamente la literatura relacionada con el acceso a fuentes de financiamiento para las pymes del sector agrícola. Y, se encuentra sustentado teóricamente en los conceptos de fuentes de financiamiento, reconocidas como las que brindan capital previo a la cosecha; riesgo de crédito, definido como la posibilidad pérdida por el incumplimiento del pago, e información imperfecta y asimetría de la información, como la brecha de datos entre las partes. Se utiliza como metodología la revisión sistemática de la literatura en la base de datos Scient Direct dónde se encuentran 168 artículos a partir de la ecuación de búsqueda empleada. Posterior a filtros se incluyen 15. Los resultados principales muestran que existen múltiples fuentes de financiación para el sector como lo son la banca tradicional, las entidades especializadas, instrumentos bonos verdes, intervención gubernamental y herramientas digitales. Sin embargo, aún existen barreras de acceso como el marco legal, riesgo financiero, disponibilidad de productos, limitaciones espacio, temporales, entre otros. Finalmente, se plantea la posibilidad mejorar la cobertura a través de la reducción de tasas de interés, educación financiera, contenidos diferenciales y nuevos modelos basados en el internet.

**Palabras Clave:** Agrícola, Financiamiento, Riesgo de Crédito.

### **Abstract**

This review article aimed to systematically analyze the literature related to access to financing sources for SMEs in the agricultural sector. It is theoretically based on the concepts of financing sources, recognized as those that provide capital prior to the harvest; credit risk,

---

<sup>1\*</sup> Contadora Pública. Universidad CESMAG. lililopez182009@hotmail.com. Pasto, Nariño.

<sup>2\*</sup> Ingeniera Industrial. Universidad Industrial de Santander (UIS). angie.maral@hotmail.com. Bucaramanga, Santander.

defined as the possibility of loss due to non-payment, and imperfect information and information asymmetry, as the gap in data between the parties. The methodology used is the systematic literature review in the Scient Direct database where 168 articles are found from the search equation used. After filters, 15 are included. The main results show that there are multiple sources of financing for the sector such as traditional banking, specialized entities, green bond instruments, government intervention, and digital tools. However, there are still access barriers such as the legal framework, financial risk, product availability, space and time limitations, among others. Finally, the possibility of improving coverage through the reduction of interest rates, financial education, differential content, and new internet-based models is proposed.

**Keywords:** Agricultural, Financing, Credit Risk.

## Introducción

El sector agrícola tiene gran importancia a nivel mundial debido a que su desempeño es fundamental para garantizar la provisión de alimentos y la provisión de ciertas materias primas en algunas industrias. También, se considera relevante para aumentar los ingresos de los más pobres. Este sector en 2018 representó el 4% del PIB mundial, y para algunos países en desarrollo puede elevarse hasta representar un 25% (Banco Mundial, 2022). Ahora, pese a su importancia, se caracteriza por la paliación de la pobreza; dado que tres de cada cuatro personas pobres en el mundo viven en zonas rurales (Valdés & Mistiaen, 2001). A diferencia del sector industrial, el agro se encuentra condicionado por la tierra y la naturaleza, donde esta última impone sus ritmos y plazos, por lo cual deja vulnerable al productor ante las condiciones naturales y esta situación afecta la productividad, incluso, la posibilidad de concluir un cultivo con éxito.

El crédito se ha convertido en un incentivo para pequeños productores del sector; no solo para poner en marcha sus cultivos, sino también, para brindar las condiciones adecuadas para el cuidado de estos y así garantizar una cosecha productiva. Ahora, este acceso a servicios financieros no siempre es fácil para las pequeñas empresas y productores del sector rural. La población en el sector rural es altamente heterogénea y difícil de caracterizar, en muchos casos se trata de personas con limitado acceso a la educación, así como a los recursos materiales, baja

infraestructura social, y muchos hijos (Valdés & Mistiaen, 2001). Por lo anterior, cuentan con necesidades completamente diferentes y por tanto requieren de programas de apoyo y financieros diferentes; sin embargo, el sector bancario, las organizaciones existentes y los programas gubernamentales no siempre brindan una alternativa accesible para las empresas más pequeñas del sector. Así mismo, muchos créditos se enfocan en la diferenciación por número de hectáreas, dejando relegados a cultivadores que poseen entre 1 y 2 hectáreas, es decir, poco terreno y que no cuentan con cultivos altamente eficientes y competitivos. Adicionalmente, tal cual se expone por Arias (2020); los productores rurales viven en zonas alejadas del casco urbano, donde para acceder a entidades financieras requieren de largos viajes bajo el riesgo de llegar y no ser atendidos o encontrarse inconvenientes, por lo demás, los procesos de desembolso son lentos; dejando los cultivos desprotegidos.

Tomando en cuenta lo anteriormente planteado, se evidencia que la existencia de barreras y problemáticas de acceso para la financiación limitan el acceso al financiamiento necesario para el sostenimiento adecuado de la actividad del sector agrícola, haciéndoles vulnerables ante desastres naturales, violencia, pérdidas en la cosecha, y carencia de elementos. Lo anterior, tiene como consecuencia una baja tecnificación en la actividad agrícola, un aumento de los costos de producción; llevando incluso a pérdidas económicas, desmotivación en los productos y deserción de muchos productores, quienes deciden cambiar su actividad económica cuando tienen la oportunidad de hacerlo.

Por lo anterior, se lleva a cabo esta revisión bibliográfica, cuyo objetivo es analizar sistemáticamente la información de artículos de investigación que tratan el tema del financiamiento del sector agricultor. Se hace una caracterización de las fuentes de financiamiento para las pymes del sector, las barreras de acceso, principalmente por el desajuste de las alternativas a la necesidad de las empresas; y finalmente, se plantea algunos mecanismos innovadores de financiamiento que se ajusten a las necesidades del productor agrícola. Por ello este artículo, procederá a responder a la pregunta *¿Cuáles son las alternativas y barreras para el acceso a financiamiento, por parte de las empresas del sector agrícola?*, para lo cual se han planteado los siguientes objetivos:

### ***General***

Analizar sistemáticamente la literatura relacionada con el acceso a fuentes de financiamiento para las Pymes del sector agrícola

### ***Específicos***

- Caracterizar las diferentes fuentes de financiamiento para el sector agrícola, existentes en la actualidad
- Describir las barreras y dificultades de acceso a las fuentes de financiamiento tradicionales para el sector agrícola.
- Plantear mecanismos de financiamiento para el sector agrícola, que se ajusten a la operativa de su modelo de negocio

### **Antecedentes**

El financiamiento en el sector agrícola es clave para su sostenibilidad y crecimiento. Ahora bien, existen barreras que limitan el acceso a un crédito, lo que hace evidente el desajuste entre la oferta de productos y servicios financieros y las necesidades del sector, las cuales evitan que exista un ajuste adecuado entre el la pyme y el mercado financiero. Teniendo en cuenta el hecho, a continuación, se presentan los antecedentes de investigación, para tener una mejor contextualización de la investigación que se realiza.

En primera instancia, se presenta el estudio de Trejo (2020), quien analiza el financiamiento agrario mexicano a partir de programas agrícolas que contribuyen con la solvencia financiera, competitividad y producción al sector. De acuerdo con el autor, la política tributaria permite recaudar las obligaciones fiscales, pero también, incrementar y promover acciones para inducir el crecimiento de los rublos agrarios. De esta manera, se invita a los gobiernos a generar políticas públicas para un adecuado desempeño del sector. En la investigación de Osabohien et al (2020), se reconoce a la agricultura como una fuente importante de ingresos por su contribución al PIB, específicamente en las economías africanas, y lo considera una importante fuente de empleo regional. Sin embargo, este sector ha reducido su desempeño debido a las pocas oportunidades de acceso a crédito, que permitan estimular la productividad. En el estudio se propone que el acceso a crédito estimula la producción agrícola,

y que una medida adecuada para aumentar el acceso al crédito y a las fuentes de financiamiento es reducir la tasa de interés.

Por su parte, Appiah et al (2020) expone que en la producción agrícola se evidencia que existe un largo tiempo entre la inversión que se realiza y la producción real, por lo tanto, así se acceda a la financiación, existe alta vulnerabilidad a los fenómenos meteorológicos, plagas y enfermedades; lo cual puede incidir en el compromiso de pago. Adicionalmente, reflexiona sobre las limitadas alternativas que tienen los cultivadores, respecto a su principal fuente de ingresos, y por tanto los agricultores se ven expuestos a problemáticas como la pobreza, inseguridad alimentaria y desnutrición.

Mientras tanto, Tique (2020) concluye que el acceso a crédito en el sector es un facilitador para minimizar los efectos de choques externos como lo son movimientos de precios y eventos climáticos. Por ende, desde el contexto colombiano, existe una institucionalidad dedicada a ofrecer créditos y servicios financieros al sector agropecuario amparados en la ley. De esta manera, se facilitan las condiciones de acceso a financiamiento, mediante la regulación de las tasas de crédito máximas y se buscan reducir las barreras de acceso. Así mismo, denotan que el crédito tradicional ha sido hasta la fecha una importante herramienta para proveer recursos para el desarrollo y mejor acceso del mercado.

Por su parte, Guercio (2021) muestra que las pymes que son rechazadas de los sistemas de crédito tradicional utilizan otro tipo de préstamos de tipo personal o con prestamistas privados para financiar sus empresas. Por lo cual, se recomienda a los gobiernos diseñar instrumentos alternativos de financiamiento bancario y realizar estudios sobre por qué se rechazan los créditos a las pymes y las consecuencias de créditos personales o con prestamistas privados en el crecimiento de la organización. Al respecto, Moreno et al. (2020) plantea que, en el caso de la cartera crediticia de los agricultores colombianos, se muestra que el crédito formal brinda mejores alternativas en plazo y tasa de pago que el gota a gota o prestamistas informales. Así las cosas, los gobiernos deben mejorar el acceso a la financiación, pero también, a la posibilidad de ahorro de los agricultores, a través de políticas públicas que realmente comprendan el contexto del agro en Colombia y realmente promuevan la inclusión financiera.

En línea con lo anterior, el artículo de He y He (2022), estudia el problema del financiamiento rural a través del “Big Data agropecuario y tecnología financiera”. Expone las

limitaciones de los hogares rurales en el contexto de China, explicando con ello que las empresas agrícolas presentan bajos fondos, poca acumulación del capital, y alta relación de activos y pasivos. Por lo anterior, si bien se cuentan con la opción de adquirir crédito bancario, la alta deuda y la falta de garantías hacen que las empresas no cumplan con los requerimientos de acceso al crédito. También, He y He (2022) exploran el concepto de asimetría de información, dando a conocer como parte de los problemas actuales en la financiación se encuentra en la brecha de conocimiento entre agricultores y las instituciones financieras. Adicionalmente, la investigación permite reconocer que, si bien, para reducir el problema actualmente surgen nuevos modelos de crédito digital, estos traen nuevas problemáticas por su escaso marco legal. En el estudio de Chen et al. (2022) se analiza el financiamiento para desastres agrícolas a través de datos satelitales e inteligencia artificial, dónde se exponen nuevos mecanismos financieros y de interés que permiten a los agricultores independizarse y aumentar sus ingresos.

Así mismo, el estudio de Dey y Mishra (2022), trata el tema de la integración de la financiación combinada en la agricultura climáticamente inteligente. Se expone como los modelos de financiamiento tradicionales han conseguido acarrear riesgos por los costos de transacción. El nuevo modelo de financiación está en la integración de múltiples instrumentos y actores financieros para conseguir mayor beneficio, reducir el riesgo y aprovechar asistencia gubernamental. En la actualidad es una estructura viable para financiar proyectos del agro, en especial, aquellos sobre iniciativas climáticamente inteligentes. También permite reconocer como el acceso a fuentes de financiamiento se encuentra reglado por las preferencias morales de los actores, así como del contexto espacial y, por tanto, los agricultores accederán a créditos según sus preferencias y posibilidades.

La investigación de Kitenge y Bashir (2021) brinda evidencia de que la convergencia en la producción agrícola es más sustancial cuando los agricultores presentan menores restricciones financieras y también en el hecho de que los legisladores de Estados Unidos consideran que el acceso financiero agrícola es determinante clave para la producción del sector a nivel nacional y para un mejor posicionamiento en el mercado internacional. Así, esta investigación resalta que el acceso financiero permite a las unidades de producción agrícola, con menor rendimiento, alcanzar a aquellas de mejor desempeño y que por ende existe una relación positiva entre producción agrícola y financiamiento. Se espera que el acceso a financiamiento se convierta en

instrumento de política pública para el impulso de actividades económicas y el bienestar de la población.

## Marco Teórico

### *Fuentes de financiamiento*

Feder et al (1990) expone que el crédito es un importante elemento en el sistema de producción, ya que este permite a los productores acceder al efectivo necesario para inducir a los ciclos de producción, los cuales son: reparación, plantación, cultivo y cosecha. También, expone que el crédito permite al productor subsistir durante los periodos previos de la cosecha, en los cuales los ingresos son pocos, y aun así, continuar costeadando los materiales, insumos y el consumo general. Posteriormente, al recibir la cosecha, los productores tendrán acceso al flujo de efectivo, por lo cual el crédito permite atender las obligaciones del crédito, lo cual favorece el funcionamiento normal del sistema de producción agrícola

### *Riesgo de crédito*

Se denomina Riesgo de Crédito a la posibilidad de pérdida ante el incumplimiento en el pago de una transacción o al incumplimiento en alguna de las obligaciones financieras que se acuerdan en un contrato en un tiempo, forma y cuantía (Bonás, et al, 2007). El riesgo se determina a partir de la probabilidad del incumplimiento en el contrato y la reducción de garantías. Para el sector agrícola, un factor que puede inducir este riesgo es la impredecibilidad de la naturaleza, la cual puede afectar el rendimiento de la cosecha y con esto los ingresos futuros del productor y finalmente, su capacidad de pago. Este riesgo se estima teniendo en cuenta:

- Pérdida esperada: medida anticipada de la pérdida de cartera, que depende de su deterioro en la fecha de análisis. Esta resulta a su vez un producto de tres variables que son la exposición, probabilidad de incumplimiento y la severidad. Por tanto, esta variable se calcula a través de las condiciones propias del agricultor solicitante.
- Pérdida no esperada: volatilidad de las pérdidas. Esta se calcula como la desviación entre las pérdidas crediticias. Los elementos que influyen en esta son la volatilidad de exposición, probabilidad de default, volatilidad de severidad, concentración de exposición y las correlaciones.



- Capital regulatorio y económico: capital necesario para proteger a la entidad de las pérdidas que son superiores a la esperada y corresponde a la suma de los requisitos individuales mínimos de capital para realizar las operaciones (Bonás, et al, 2007)

### *Análisis de riesgo de incumplimiento del usuario a partir de criterios de las entidades*

Para calificar los agentes solicitantes de crédito, nacen los credit Score, los cuales son un estudio de variables socioeconómicas que se tienen en cuenta para identificar los factores de riesgo de un crédito. Este credit score no se califica solo en el agro, sino en todo tipo de producto financiero. Sin embargo, debido a las condiciones socioeconómicas de las pymes del agro, éstas se ven más impactadas. La medición de Credit Score nació en los años 60 con base en trabajos como el de Myers y Forge (1963) y Beaver (1967) citados en Rodríguez y Trespalacios (2015). Estos modelos miden la probabilidad de-bancarrotar en sus clientes a partir de modelos lineales. Mientras tanto, en Orgler (1970) se plantea un enfoque orientado en la calificación de liquidez, rentabilidad, apalancamiento y actividad con modelos de regresión multivariada (Rodríguez & Trespalacios, 2015).

Existen diversos modelos de análisis del Credit Score, e incluso, las entidades financieras crean sus procedimientos de análisis mediante modelos estadísticos multivariados. Sin embargo, tal cual exponen Rodríguez y Trespalacios (2015) generalmente las entidades trabajan con variables cuantitativas y cualitativas como lo son nivel de ingresos, egresos, edad, saltos, tasas de los créditos, género, estrato, estado civil, residencia, PIB, tasa de interés, tasa de usura y tasa de desempleo. A partir de estos datos, se elabora un modelo matemático. El Logit actualmente el más utilizado, que se apoya en modelos de Bondad de Ajuste y Simulación Montecarlo.

### ***Información imperfecta y asimetría de la información***

De acuerdo con Kosenko et al. (2023), la información que se brinda en los servicios financieros y en los procesos de compra es una potencialmente asimétrica; ya el mercado busca crear bases para la diferenciación, la cual, en estos servicios es fundamental. A su vez, los consumidores deciden qué información revelar durante la adquisición de los productos. Así mismo, en la teoría de Stiglitz (tal como se citó en Tenjo, 1987), se expone que la información es “costosa y privada”, lo cual, en el mercado, la convierte en una de tipo “asimétrica y no pública” con el consiguiente efecto en el comportamiento de los agentes y funcionamiento de los



mercados. De este modo, la información imperfecta consigue diluir la homogeneidad y consigue afectar la forma en la cual se trazan los productos y servicios, para este caso, los financieros; generando incertidumbre en las decisiones que toman los agentes y generando un mercado incompleto. Por su parte, el agente que cuente con la información podrá aprovecharla para buscar la ventaja en la transacción.

La información imperfecta es altamente visible en el financiamiento a pymes del sector agro, siendo que las entidades generalmente cuentan con mayor conocimiento que los representantes de las empresas frente al producto financiero. Y también se evidencia en que los agricultores en ocasiones no entregan información completa sobre su propia situación financiera a las entidades para buscar su propio provecho.

### Métodos

La revisión de la literatura propuesta en este documento es de tipo narrativo cuyo objetivo v, tal cual expone Guirao (2015), es “identificar, analizar, valorar el interpretar el cuerpo de conocimientos sobre un tema específico”.

Para realizar la revisión de la literatura, se procede a consultar estudios recientes, publicados entre el año 2018 y 2023. Lo anterior, a partir de la revisión de bases de datos científicas como Scient Direct, sobre la financiación a pymes del sector agricultor.

Las categorías de análisis, que se tendrán en cuenta para la revisión de la literatura son:

**Tabla 1**

#### *Categorías de análisis*

<b>Financiamiento</b>	<b>Sector agropecuario</b>	<b>Riesgos</b>
Asimetría de la información	Empresarios del agro	Riesgo de crédito
Acceso a crédito	Productor agrícola	

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia.

Estas categorías fueron elegidas a partir de las necesidades de información de la investigación, siendo que apuntan directamente a los conceptos definidos desde la pregunta problematizadora y también, a aquellos identificados como claves a partir de la revisión de antecedentes.

A partir de estas categorías, se plantea la siguiente ecuación de búsqueda:

**Tabla 2:**

*Ecuación de búsqueda*

<b>Ecuación de Búsqueda</b>
(Financing OR “credit access” OR “information asymmetry”) AND (“agricultural sector“OR “Agricultural Producer” ) AND “credit risk”

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia.

Una vez aplicada la ecuación, los elementos de inspección fueron Título, Palabras claves, Resumen y fecha de publicación, los cuales serán determinantes para la elección de las fuentes de información para el alcance de los objetivos de investigación.

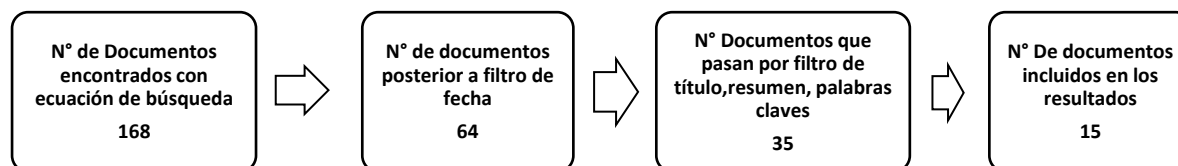
De esta manera, los criterios de inclusión son:

- Se deben incluir en el título y de palabras claves los términos “agricultura” y “financiación” o sus sinónimos.
- Publicaciones o investigaciones con antigüedad no mayor a 5 años.
- Se consideran fuentes que hablen del tema sin distinción del país de origen
- En el resumen puede evidenciarse que en el artículo se desarrolla el tema del financiamiento.

La base de datos arroja 168 resultados, ante los cuales, se incluyen 15 artículos académico aplicando un proceso de filtro de fecha, título, resumen, palabras claves, tal cual se muestra a continuación.

**Figura 1:**

*Diagrama de documentos incluidos*



La figura muestra a grandes rasgos, el proceso de depuración documental en la revisión de la bibliografía. Iniciando con la ecuación de búsqueda, la cual arroja 168 resultados en la base de datos, los cuales son pasados a través de los filtros de fecha, título, resumen y palabras claves para definir aquellos de valor para la investigación. Finalmente, se incluyen únicamente aquellos documentos que cumplen con todos los filtros anteriores y también, que por su contenido tienen relevancia para la presente investigación.

## Resultados

Según la revisión de la literatura, el sector agrícola es heterogéneo. Además, sufre de pobreza, exclusión geográfica y falta de recursos educativos e informativos. Las características del sector y las opciones de financiación varían según el lugar de origen, por lo que los productos financieros también varían de un lugar a otro. A pesar de que existen diferentes opciones de financiamiento disponibles a través de la banca tradicional, el gobierno, asociaciones y nuevas Fintech; aún existen barreras de acceso que resultan en una desconexión entre la oferta y la demanda de productos financieros debido a las necesidades específicas de los agricultores.

*Caracterización de las diferentes fuentes de financiamiento formales para Pymes del sector agrícola, existentes en la actualidad:*

Los esquemas de financiación de la cadena de valor agrícola actuales se enfocan en resolver problemáticas a corto plazo, por lo que, pasan por alto algunas necesidades de las pymes (Villalba & Venus, 2023). Así, dentro de las opciones de financiación, además de la banca (Grivins, et al, 2021), sobresalen en el mundo las ofrecidas por las ONG, Fondos de ahorro, entidades asociativas y políticas públicas (Tique, 2020) o incluso programas de desarrollo rural encabezados por gobierno, pero ejecutados por diversas organizaciones (CEPAL, 2001) o la inversión pública a partir de porcentajes del PIB, para la mejora de la producción agroalimentaria (Sánchez, et al, 2022).

El acceso a estos créditos generalmente persigue el objetivo de sustentar siembra y cultivo, y aumentar la producción de los cultivos (Horna, 2020). Con esto, las pymes esperan aumentar la competitividad, y mantener su rentabilidad. En el estudio de Grivins et al (2021) se expone que el acceso a los fondos para los agricultores se caracteriza por la “subjetividades financieras”; lo que significa que los agentes de los mercados financieros locales hacen su propia

interpretación del agro y orientan las relaciones agro-financieras según las propias necesidades.

A manera general, a continuación, se presentan los esquemas de financiamiento hallados.

**Tabla 3:**

*Fuentes de financiación y sus características*

<b>Fuente de financiación</b>	<b>Características principales</b>	<b>País</b>
Iniciativas y Entidades financieras especializadas en Agro	Ofrecen programas de financiación y complementarios que son: Crédito de libre inversión a bajas tasas de interés (el valor dependerá de cada país), Crédito de fomento, Recursos para Microfinanzas rurales y cursos de educación financiera. Estos programas se basan en objetivos de innovación, competitividad y diversidad para promover el conocimiento y cooperación del sector financiero (Tique, 2020)	Colombia
Créditos a través de la banca tradicional	Créditos para la adquisición de trabajo para sembrar nuevas hectáreas a través de préstamos bancarios (Naili & Lahrichi, 2022)	Se encuentra alrededor del mundo sin embargo el estudio se centra en Medio Oriente y África del Norte.
Instrumento financiero Bonos Verdes	Son instrumentos financieros dirigidos a proyectos de agricultura bajos en carbono a partir del cual se impulsan las finanzas verdes y se dirigen a población agro en zonas de impacto climático significativo (Van Veelen, 2021).	Alemania y Unión Europea
Intervención gubernamental o del Banco Mundial	Crean instituciones de apoyo financiero y de préstamos a los agricultores. Este modelo nace cuando la banca tradicional considera que el riesgo del préstamo es demasiado alto (Grivins, et al, 2021)	Letonia, Dinamarca y Reino Unido
Herramientas digitales para la inclusión financiera	Finanzas digitales inclusivas las cuales poco a poco se convierten en parte del sistema financiero. Estas se apoyan en el bigdata, la nube, blockchain e inteligencia artificial para expandir	China

la cobertura de los créditos al área rural (Yang, et al, 2022).

---

Como se observa en la tabla 3, existen diferentes fuentes de financiamiento para el sector, como lo son aquellas que provienen de iniciativas y entidades financieras que se especializan en el agro, los créditos a través de la banca tradicional, Instrumento financiero Bonos Verdes, La Intervención Gubernamental y finalmente, las herramientas digitales. Ahora, los resultados tal cual presenta la tabla se encuentran en ciertos países en específico, sin embargo, gracias a la globalización, estas son alternativas que se difunden y adaptan a las condiciones de cada país o región alcanzando cada vez un mayor número de personas a través de diferentes entidades.

*Descripción de las barreras y dificultades de acceso las fuentes de financiamiento tradicionales para Pymes del sector agrícola ¿Por qué no les prestan?*

Para acceder a las fuentes de financiación se requieren de diversos requisitos como son la formalidad, contar con propiedad de bienes capitales y nivel de ingresos suficiente para solventar. Sin embargo, a pesar de reunir los requisitos se deben enfrentar problemas el difícil acceso por cercanía geográfica a las fuentes y asimetría de información entre el sector y los bancos (Balana & Oyeyemi, 2022). También se encuentran las barreras y dificultades de acceso a crédito, las cuales varían entre regiones. Por lo anterior, se concluye que la financiación del agro es un asunto con diferentes matices. Algunas de las barreras identificadas se enuncian a continuación,

- Marco legal insuficiente para regular nuevas iniciativas de financiamiento en el agro (Van Veelen, 2021): generando un contexto de irregularidad, baja claridad y en el cual las entidades suelen aprovechar la asimetría de información.
- Riesgo financiero: la banca privada considera el agro como una inversión de alto riesgo, que no justifica realizar prestamos cuando no existen garantías de una cosecha exitosa (Grivins, et al, 2021) (Balana & Oyeyemi, 2022).
- Disponibilidad de productos financieros y acceso: el acceso se refiere a la disponibilidad de productos y servicios financieros de calidad a costos razonables; algo que en el agro no siempre funciona eficientemente (Tique, 2020). En ocasiones,

la oferta no consigue satisfacer las necesidades de la demanda; por lo cual hay diferencias entre la capacidad de prestar y lo que se desea obtener.

- Falta de acceso al sistema bancario y líneas de crédito poco accesibles. Lo anterior, debido a la poca capacidad de los pequeños empresarios de nivelar su operación a las grandes empresas del sector, creando una cadena de suministro inconsistente y poco fiable (Valerio, 2022; Balana & Oyeyemi, 2022).
- Limitaciones espacio temporales: los sectores rurales se encuentran a distancias geográficas considerables de los centros urbanos e instituciones financieras (Yang, et al, 2020)
- Carencia de educación e información: los productores suelen carecer de condiciones para acceder a la educación e internet, por lo cual son grupos con alfabetización financiera baja (Yang, et al, 2020). Sin embargo, cuando el pequeño productor rural cuenta con mayor formación, encuentra el entorno agrícola menos atractivo (Olmo, et al, 2023)

*Planteamiento de mecanismos de financiamiento para el sector agrícola que se ajusten a la operativa de su modelo de negocio*

En primera instancia, se encuentra el modelo de financiamiento a través de la banca tradicional basado en la reducción de la tasa de interés y generando ampliación de líneas de crédito. Así, se puede reducir la exclusión financiera de la pyme rural, debido al costo de la deuda (Horna, 2020). Por otro lado, Tique (2020) plantea el otorgamiento a créditos asociativos a través de cooperativas o asociaciones; los cuales deben de acompañarse de educación financiera con contenidos diferenciales para mujeres y jóvenes, para reducir la brecha de conocimiento y acceso.

En diferentes trabajos, por ejemplo, en He y He (2022), Lian, et al (2022) y Yang, et al (2022) se plantea la posibilidad de acceso nuevos modelos de financiamiento a través de microcrédito en internet y uso de las nuevas tecnologías para nuevas posibilidades de crédito. Ya que estas fuentes financieras inclusivas digitales generan efectos positivos en los ingresos de los residentes rurales, al facilitar el emprendimiento, inversión, generación de empleo y tecnificación de la producción.

## Discusión de Resultados

La caracterización realizada permite reconocer que las fuentes de financiación formales para las pymes del sector agrícola son variadas, lo cual, en línea con el planteamiento de Partal (2022), evidencia la existencia de fuentes de corto y largo plazo, siendo las primeras las más utilizadas en el sector agro. Dentro de la oferta para el sector, se encuentra principalmente la banca tradicional, pero también existen opciones prestadas por entidades como ONGs, Fondos de Ahorro, Entidades Asociativas y programas de desarrollo rural y de inversión pública.

Las ofertas son amplias y variadas, incluyendo en la actualidad incluso a las Fintech para el sector agro. Es importante reconocer que las características específicas de las fuentes de financiación y las tasas de interés dependen de las condiciones de cada país. Así, tal cual como propone Keynes (1936, citado por Drimer, 2008), la tasa de interés dependerá del equilibrio entre la oferta y demanda y las condiciones de liquidez.

En cuanto a las barreras y dificultades de acceso, se evidencia a nivel general, que la formalidad de las empresas del sector es un requisito, con el que pocas cuentan. Adicionalmente, se encuentra los escasos bienes de capital y los bajos ingresos, lo que representa las dificultades para el cumplimiento del Credit Scored (Rodríguez y Trespalacios, 2015). Éstos son difíciles de cumplir para la pyme debido a su tamaño, pero se requieren para soportar el crédito. Asimismo, se puede hablar de la lejanía geográfica, la asimetría de la información entre los solicitantes y el banco. Cabe mencionar que, al igual que la caracterización de las fuentes, las barreras son heterogéneas y varían según el contexto donde se encuentre el agricultor, es decir, el país y su marco legal, región e incluso condiciones financieras de la pyme.

Finalmente, en cuanto a los mecanismos de financiamiento para el sector, se evidencian mecanismos que se ajustan a reducir dichas barreras. En primera instancia, se encuentra la reducción de la tasa de interés y la ampliación de líneas de crédito (Horna, 2020), una mayor cobertura a través de cooperativas y asociaciones (Tique, 2020), y el acceso a microcréditos a través de Fintechs (He y He, 2020; Yang, et al., 2022). Sin embargo, estos mecanismos traen consigo nuevas problemáticas y barreras, como el marco legal, el control gubernamental y, nuevamente, el acceso adecuado a la información por parte de las pymes.



La investigación realizada permitió reconocer el contexto de financiación y las barreras que enfrentan las pymes del sector agrícola. Si bien, existen varias fuentes de financiamiento disponibles, también hay múltiples barreras que enfrentan estas empresas; debido a su falta de recursos, baja formación académica de sus trabajadores y su alta vulnerabilidad. Además, el riesgo de pérdida de cultivo es otro factor que influye en su financiación.

Sin embargo, aunque hay mucha información disponible, las limitaciones radican en la heterogeneidad del sector agrícola. Es difícil encontrar puntos en común para las pymes a nivel mundial, ya que cada región tiene sus propias particularidades. Aunque el sector agrícola se caracteriza por ser el proveedor de materias primas y por emplear generalmente a poblaciones empobrecidas, las condiciones de la actividad y las fuentes de financiamiento varían de acuerdo con las condiciones de cada país, la intervención estatal, el nivel de riesgo de la inversión, el nivel de formación e información brindada a los representantes del sector y las tasas de interés ofrecidas por los bancos. Debido a esto, es difícil unificar criterios ya que la situación difiere en cada contexto.

### **Conclusiones**

Los resultados de la revisión de la literatura permitieron caracterizar las fuentes de financiamiento, encontrando así que existen diversidad de propuestas alrededor del mundo. Dentro de las principales halladas, se encuentra iniciativas y entidades financieras especializadas en el agro, las cuales brindan diversos programas de acompañamiento y apoyo económico a los pequeños y medianos productores. Así mismo, el crédito a través de la banca tradicional, siendo esta una opción altamente difundida y conocida en el mundo, el instrumento financiero de Bonos Verdes en la Unión Europea, La intervención gubernamental o del Banco Mundial, a nivel mundial pero con foco en Letonia, Dinamarca y Reino Unido, y finalmente, las herramientas digitales como por ejemplo las Fintech, las cuales son una opción que se está difundiendo a nivel mundial pero que para el agro se están implementando con mucha fortaleza en China.

Por su parte, en cuanto a las barreras y dificultades de acceso a las fuentes de financiamiento tradicionales para las pymes del sector agrícola, se encuentran en primera instancia los requerimientos del sector bancario y algunas organizaciones. Por ejemplo, se pueden mencionar la falta de formalidad de la empresa, la propiedad de bienes de capital y un

nivel de ingresos suficientes para solventar. Por otro lado, también están la distancia geográfica entre las organizaciones o banca y el productor rural y claramente la asimetría de la información; aspecto que se vuelve crítico y más cuando se considera que el personal del sector cuenta con bajo nivel de educación. Propiamente dentro de las barreras resalta el riesgo financiero, pues el agro es considerado por la banca privada como una inversión de alto riesgo, debido a las pocas garantías de cosecha exitosa. Por ende, se reduce la posibilidad de acceso al productor a este tipo de financiamiento, que si bien, no es el único, es el más solicitado, ya que generalmente se desconoce la existencia de otras opciones.

Finalmente, para el planteamiento de mecanismos financieros que se ajusten a la operativa del modelo de negocio, se encuentra en primera instancia la banca tradicional; a partir de programas de reducción de tasas de intereses y aumentando las líneas de crédito para evitar la exclusión. También, se ve el surgimiento de los nuevos modelos inclusivos digitales, los cuales podrían extenderse para convertirse en una solución adecuada para el sector.

La revisión de la literatura señala la importancia del acceso al financiamiento para el desarrollo de la pyme agrícola. Sin embargo, si bien muestra la existencia de múltiples fuentes existentes para su financiamiento; también permite reconocer la importancia de adaptar adecuadamente dichos mecanismos a las necesidades del sector agrícola, que se ajusten a sus características y necesidades, como lo son la exclusión geográfica, la falta de conocimiento y reducir el carente marco legal para la financiación del sector.

### Referencias Bibliográficas

- Appiah, M., Arkoh, S., & Kodwo, I. (2022). Innovations in smallholder agricultural financing and economic efficiency of maize production in Ghana's northern region. *Heliyon*, Vol. 8(12), Pp. 1 - 15. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S2405844022033758>
- Arias, L. F. (02 de septiembre de 2020). El acceso a crédito para productores: una problemática que sigue sin resolverse. *Agronegocios Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2020/09/el-acceso-a-credito-para-productores-una-problematica-que-sigue-sin-resolverse-2/>

- Balana, B., & Oyeyemi, M. (2022). Restricciones de crédito agrícola en la agricultura a pequeña escala en los países en desarrollo: evidencia de Nigeria. *World Development Sustainability, Vol. 1*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S2772655X2200012X>
- Banco Mundial. (2020). Empleos en agricultura (% del total de empleos). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS>
- Banco Mundial. (2020). Empleos en agricultura (% del total de empleos). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS>
- Banco Mundial. (01 de abril de 2022). Panorama General. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- Bonás, A., Llanes, M., Usón, I., & Veiga, N. (2007). Riesgo de Crédito Amenaza u Oportunidad. *Universitat Pompeu Fabra*. Obtenido de [https://www.bsm.upf.edu/documents/mmf/06\\_09\\_riesgo\\_credito.pdf](https://www.bsm.upf.edu/documents/mmf/06_09_riesgo_credito.pdf)
- Características del financiamiento y la rentabilidad de las micro y pequeñas empresas del sector agrícola del Perú: Caso Empresa Frutos del Norte Virú. (2020). *Universidad Católica Los Ángeles Chimbote*, Pp. 1 106. Obtenido de [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/19251/FINANCIAMIENTO\\_RENTABILIDAD\\_HORNA\\_ALVA\\_DAVID\\_LORENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/19251/FINANCIAMIENTO_RENTABILIDAD_HORNA_ALVA_DAVID_LORENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CEPAL. (2001). Mejores prácticas en políticas y programas de desarrollo rural: implicancias para el caso Chileno. Obtenido de [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4482/S01030218\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4482/S01030218_es.pdf)
- Chen, S., Lin, H., & Yang, G. (2022). Efficient agricultural disaster financing using satellite data and artificial intelligence. *Computers and Electrical Engineering, Vol. 103*, PP. 1 - 12. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0045790622006115>
- Dey, K., & Kumar, P. (Mayo de 2022). Mainstreaming blended finance in climate-smart agriculture: Complementarity, modality, and proximity. *Journal of Rural Studies, Vol. 92*,

- Pp. 342 - 353. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0743016722000912>
- Drimer, R. (2008). *Teoría del financiamiento evaluación y aportes*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Programa de Doctorado en Administración . Obtenido de [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1199\\_DrimerRL.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1199_DrimerRL.pdf)
- Feder, G., Lau, L., Lin, J., & Luo, X. (1990). The Relationship between Credit and Productivity in Chinese Agriculture: A Microeconomic Model of Disequilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, p. 1151-1157. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/215666000\\_The\\_Relationship\\_between\\_Credit\\_and\\_Productivity\\_in\\_Chinese\\_Agriculture\\_A\\_Microeconomic\\_Model\\_of\\_Disequilibrium/link/581d37f308ae40da2cab513f/download](https://www.researchgate.net/publication/215666000_The_Relationship_between_Credit_and_Productivity_in_Chinese_Agriculture_A_Microeconomic_Model_of_Disequilibrium/link/581d37f308ae40da2cab513f/download)
- Finagro. (2023). Portafolio de Servicios 2023. Pp. 1 -40 . Obtenido de [https://www.finagro.com.co/sites/default/files/basic-page/2023-02/Portafolio\\_Servicios\\_2023\\_2.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/basic-page/2023-02/Portafolio_Servicios_2023_2.pdf)
- Grivins, M., Hvarregaard, M., & Maye, D. (2021). Financial subjectivities in the agricultural sector: A comparative analysis of relations between farmers and banks in Latvia, Denmark and the UK. *Journal of Rural Studies*, Vol. 86, Pp. 117 -126. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0743016721001789>
- Grupo Excala. (2023). Fuentes de financiación para el sector agro en Colombia. Obtenido de <https://grupoexcala.com/blog/fuentes-de-financiacion-para-el-sector-agro-en-colombia/#:~:text=Una%20de%20las%20fuentes%20de,rural%20que%20estimulan%20la%20inversi%C3%B3n.>
- Guercio, M. B. (2021). Los efectos de las restricciones bancarias sobre el uso de financiamiento alternativo. *Revista de Economía Mundial*, Pp. 187 - 208. Obtenido de <http://www.uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/REM/article/view/4672>
- Guirao, S. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-)



Lisovskij, J. (s.f). La relación agricultura-industria en el marco del desarrollo capitalista.

*Gobierno de España*. Obtenido de

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/8105\\_7.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/8105_7.pdf)

Loaiza, J. F. (2021). Desempeño del sector agrícola y ganadero en 2021. *Universidad EAFIT*.

Obtenido de [https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/noticias-](https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/noticias-eventos/Paginas/desempe%C3%B1o-del-sector-agricola-y-ganadero-2021.aspx#:~:text=El%20C3%BAltimo%20reporte%20de%20la,Kg%2C%20con%20relaci%C3%B3n%20a%20abril.)

[eventos/Paginas/desempe%C3%B1o-del-sector-agricola-y-ganadero-](https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/noticias-eventos/Paginas/desempe%C3%B1o-del-sector-agricola-y-ganadero-2021.aspx#:~:text=El%20C3%BAltimo%20reporte%20de%20la,Kg%2C%20con%20relaci%C3%B3n%20a%20abril.)

[2021.aspx#:~:text=El%20C3%BAltimo%20reporte%20de%20la,Kg%2C%20con%20r-](https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/noticias-eventos/Paginas/desempe%C3%B1o-del-sector-agricola-y-ganadero-2021.aspx#:~:text=El%20C3%BAltimo%20reporte%20de%20la,Kg%2C%20con%20relaci%C3%B3n%20a%20abril.)

[elaci%C3%B3n%20a%20abril.](https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/noticias-eventos/Paginas/desempe%C3%B1o-del-sector-agricola-y-ganadero-2021.aspx#:~:text=El%20C3%BAltimo%20reporte%20de%20la,Kg%2C%20con%20relaci%C3%B3n%20a%20abril.)

Making Finance Work for Africa. (2023). *Agricultural Finance*. Obtenido de

<https://www.mfw4a.org/our-work/agricultural-finance>

Moreno, S., Menezes, N., & Ferrera, J. (06 de noviembre de 2020). La cartera crediticia de los agricultores colombianos. *II Simpósio latino-americano de estudos de desenvolvimento regional*, Vol. 2(N. 1), Pp. 1 - 14. Obtenido de

Obtenido de

<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/slaedr/article/view/21220>

Naili, M., & Lahrichi, Y. (2022). Riesgo de crédito de los bancos, determinantes sistemáticos y factores específicos: evidencia reciente de los mercados emergentes. *Heliyon*, Vol. 8.

Obtenido de [https://www-sciencedirect-](https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S2405844022002481)

[com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S2405844022002481](https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S2405844022002481)

Olmo, F., Domínguez, I., Crecente, F., & del Val, M. T. (2023). Determinant factors for the development of rural entrepreneurship. *Technological Forecasting and Social Change*,

*Vol 191*. Obtenido de [https://www-sciencedirect-](https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0040162523001725)

[com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0040162523001725](https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0040162523001725)

Osaboheien, R., Mordi, A., & Ogundipe, A. (2022). Access to credit and agricultural sector performance in Nigeria. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*,

*Vol. 14(1)*, Pp. 247-255. Obtenido de [https://www-tandfonline-](https://www-tandfonline-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/doi/full/10.1080/20421338.2020.1799537)

[com.proxy.bidig.areandina.edu.co/doi/full/10.1080/20421338.2020.1799537](https://www-tandfonline-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/doi/full/10.1080/20421338.2020.1799537)

Partal, A. (2022). *Introducción a las finanzas empresariales*. Madrid: Difusora Larousse -

Educaciones Pirámide. Obtenido de [https://elibro-](https://elibro-net.proxy.bidig.areandina.edu.co/es/ereader/areandina/215436?page=187)

[net.proxy.bidig.areandina.edu.co/es/ereader/areandina/215436?page=187](https://elibro-net.proxy.bidig.areandina.edu.co/es/ereader/areandina/215436?page=187)

- Portafolio. (2020). El 17% del total de la fuerza laboral del país trabaja en el campo. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/el-panorama-de-la-agricultura-en-colombia-en-su-dia-internacional-de-la-agricultura-544437>
- Potón, R. (2013). Keynes, el ahorro y la tasa de interés. *Bolsa de Comercio de Rosario*. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/keynes-el#:~:text=Para%20Keynes%20la%20tasa%20de,su%20preferencia%20por%20la%20liquidez>.
- Procolombia. (26 de febrero de 2019). ¿Cómo funciona el sector floricultor en Colombia? *Colombia Trade*. Obtenido de <https://www.colombiatrader.com.co/noticias/como-funciona-el-sector-floricultor-en-colombia>
- Rodríguez, D. E., & Trespacios, A. (2015). Medición de Valor en Riesgo en Cartera de Clientes a Través de Modelos Logísticos y Simulación de Montecarlo. *Laboratorio financiero universidad EAFIT*. Obtenido de <https://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/laboratorio-financiero/burkenroad/Paginas/Medici%C3%B3n%20de%20Valor%20en%20Riesgo%20en%20Cartera%20de%20Clientes%20a%20Trav%C3%A9s.pdf>
- Sánchez, M., Cicowiez, M., & Ortega, A. (mayo de 2022). Prioritizing public investment in agriculture for post-COVID-19 recovery: A sectoral ranking for Mexico. *Food Policy*, Vol. 109, Pp. 1 -17. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0306919222000331>
- Tenjo, F. (s.f.). Stiglitz, sus Aportes y la Economía Colombiana. *Pensamiento Sugestivo*, Pp. 1 - 11. Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/StiglitzANIF-Pensamiento-Sugestivo.pdf>
- Tique, E. (2020). Acceso y uso del crédito agropecuario por productores de leche asociados en la provincia Ubaté (Cundinamarca). *Universidad Nacional de Colombia*, Pp. 1 - 175. Obtenido de



<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77920/1136881562.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Trejo, Y. (2020). Alcances de la política fiscal mexicana ante el financiamiento regional agrario 2019. *Universidad Veracruzana*, Pp. 50 - 62. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7391988>
- Valdés, A., & Mistiaen, J. A. (2001). Pobreza rural en América Latina Tendencias Recientes y Nuevos Desafíos. *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x9808s/x9808s05.htm>
- Valerio, E., Hilmiati, N., Prior, J., & Dahlanuddin, D. (2022). Analysis of the agricultural innovation system in Indonesia: A case study of the beef sector in Nusa Tenggara Barat. *Agricultural Systems, Vol. 203*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0308521X22001652>
- Van Veelen, B. (2021). Cash cows? Assembling low-carbon agriculture through green finance. *Geoforum, Vol. 118*, Pp130-139. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S001671852030292X>
- Villalba, R., & Venus, T. (abril de 2023). El enfoque ecosistémico para el financiamiento de la cadena de valor agrícola: un marco para el crédito rural. *World Development, 164*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106177>
- Yang, B., Ma, C., Deng, W., & Pia, Y. (diciembre de 2022). Finanzas digitales inclusivas y consumo de subsistencia de los hogares rurales en China. *Economic Analysis and Policy, Vol. 76*, Pp. 627 - 642. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/science/article/pii/S0313592622001497>