

# Aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros \*

*Technology Acceptance of a Mobile Application to Manage Dairy Businesses*

**Junnier Felipe Usuga-Escobar** 

Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de Antioquia, grupo de investigación Biogénesis, Medellín - Colombia, [junnier.usuga@udea.edu.co](mailto:junnier.usuga@udea.edu.co)

**Luis Guillermo Palacio-Baena** 

Doctor en Biología, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria, grupo de investigación Biogénesis, Medellín - Colombia, [guillermo.palacio@udea.edu.co](mailto:guillermo.palacio@udea.edu.co)

**Dursun Barrios** 

Doctor en Ciencias Animales, énfasis Innovación y Gestión Empresarial, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Desarrollo Rural y Agroalimentario, grupo de investigación Biogénesis, Bogotá - Colombia, [dbarrio@unal.edu.co](mailto:dbarrio@unal.edu.co)

## Cómo citar / How to cite

Usuga-Escobar, J. F., Palacio-Baena, L. G., Barrios, D. (2022). Aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros. *Revista CEA*, v. 8, n. 17, e2007. <https://doi.org/10.22430/24223182.2007>

Recibido: 18 de mayo de 2021

Aceptado: 5 de diciembre de 2021

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros e identificar los factores que influyen en la intención y frecuencia de uso de estas tecnologías en la industria lechera. Para la evaluación se seleccionó un modelo de aceptación tecnológica (TAM). Se aplicó una encuesta a 122 empresarios ganaderos, se calculó el TAM por el enfoque de mínimos cuadrados parciales y, para la frecuencia de uso, se utilizó una regresión logística ordenada. La mayor influencia encontrada sobre la intención de uso se debe a la

---

\* Este artículo se deriva del proyecto «Fortalecimiento empresarial de los productores de leche en el departamento de Antioquia mediante la mejora de la calidad e inocuidad de la leche a través de la generación y el uso y evaluación de un producto de desarrollo tecnológico», y ha sido financiado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Antioquia y los recursos del Sistema General de Regalías (SGR), mediante Convocatoria regional cierre de brechas departamento de Antioquia 805-2018.



utilidad percibida. El tamaño del negocio, además, aumentó significativamente la utilidad percibida. Por su parte, el volumen de producción de leche, la edad del empresario ganadero y su conocimiento previo de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros no influyen la utilidad o facilidad de uso percibidas. Igualmente se presentó evidencia de la influencia que tiene la educación sobre la facilidad de uso y del tipo de ordeño sobre la frecuencia de uso. La información de este estudio fortalecería las capacidades de gestión en la industria lechera, favoreciendo su desempeño empresarial, lo que permitiría el cierre de brechas tecnológicas y enfrentar los desafíos de mercado que presenta el sector.

**Palabras clave:** agroindustria, análisis multivariado, cambio tecnológico, desarrollo rural, alfabetización digital.

**Clasificación JEL:** O13, R11.

### *Highlights*

- Los empresarios lecheros reconocen que el uso de aplicaciones móviles puede mejorar la gestión de sus negocios, por lo que perciben esta tecnología como útil.
- La facilidad de uso de aplicaciones móviles, como herramienta tecnológica, incide positivamente entre los empresarios sobre la utilidad y los beneficios que estas pueden traer para sus negocios.
- El nivel de educación del empresario lechero facilita el uso de aplicaciones móviles.
- El tamaño del negocio lechero influye positivamente sobre la utilidad percibida de utilizar aplicaciones móviles.
- El sistema de ordeño mecánico aumenta las probabilidades de utilizar con mayor frecuencia aplicaciones móviles para la gestión del negocio.

### **Abstract**

This study aimed to evaluate the technology acceptance of a mobile application to manage dairy businesses and to identify the factors that influence the intention to use and the frequency of use of these technologies in the dairy industry. The Technology Acceptance Model (TAM) was used to conduct the evaluation. A survey was administered to 122 dairy farmers, the TAM was calculated by the partial least squares method, and ordered logistic regression was employed to examine the frequency of use. It was found that perceived usefulness has the strongest influence on intention to use. In addition, bigger business sizes increase perceived usefulness. In turn, milk production volume, dairy farmers' age, and previous knowledge of mobile applications to manage dairy businesses do not influence perceived usefulness or ease of use. The evidence shows that educational attainment influences ease of use, and milking method influences frequency of use. The information in this study can strengthen the management capabilities of the dairy industry, thus favoring its business performance. This can help said industry to narrow technology gaps and address the challenges that the sector is facing.

**Keywords:** agroindustry, multivariate analysis, technological change, rural development, digital literacy.

**JEL classification:** O13, R11

## Highlights

- Dairy farmers recognize that using mobile applications can improve their business management. Thus, they perceive that this technology is useful.
- The ease of use of mobile applications (as a technology tool) has a positive influence on dairy farmers' perception of their usefulness and the benefits they can offer.
- Higher educational attainment levels of dairy farmers facilitate their use of mobile applications.
- The size of the dairy business has a positive influence on the perceived usefulness of using mobile applications.
- Automatic milking systems increase the likelihood of using mobile applications more frequently to manage dairy businesses.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información (TIC) han facilitado la forma de hacer negocios en el mundo (Kabbiri et al., 2018; Amadasun et al., 2021; Gbadegeshin et al., 2019). Diferentes estudios afirman que las empresas que invierten en las TIC disfrutan de un mejor desempeño empresarial, ya que la adopción de estas tecnologías da lugar a procesos más eficientes y con mayor capacidad de respuesta, impulsando la creación de valor en sus productos y servicios (Belvedere et al., 2013; Samoilenko y Osei-Bryson, 2019). Entre estas tecnologías se encuentran las aplicaciones móviles (apps, abreviatura de la voz inglesa application), las cuales son *software* desarrollados para dispositivos móviles que permiten el acceso a una serie de productos y servicios desde cualquier lugar y por cualquier persona (Begnum et al., 2019), reduciendo barreras de tiempo y espacio para entregar valor a los clientes (Cristofaro, 2020).

La industria lechera en países con economías en desarrollo presenta retos asociados al desempeño empresarial y la adopción tecnológica. Se evidencia en los negocios lecheros poca utilización de sistemas de información de mercados bajo uso de registros que permitan gestionar la producción, la calidad de leche, el desempeño reproductivo y productivo de los animales, el manejo de inventarios, el control de insumos y la evaluación financiera (Barrios et al., 2016). La baja adopción de tecnologías en esta industria evidencia los desafíos que tiene el uso de conocimiento especializado para la sostenibilidad de este sector (Barrios et al., 2019). Actualmente, el avance de las TIC, especialmente en tecnologías móviles, permite integrar herramientas para hacer frente a los retos enunciados y apoyar la toma de decisiones en negocios ganaderos (Bonke et al., 2018). Las tecnologías blandas, como las aplicaciones móviles, permiten superar muchos de estos retos.

Una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros permite al empresario socializar, ingresar, consultar, organizar y analizar la información de un agronegocio ganadero. Estas aplicaciones son una herramienta de apoyo en la toma de decisiones relacionadas con el bienestar animal, sus rendimientos y la economía de los empresarios ganaderos (Calsamiglia et al., 2018; Michels et al., 2019). Entre los diferentes factores que se pueden monitorear, el comportamiento de los animales es probablemente el más crítico, ya que proporciona información esencial sobre su salud o estado reproductivo (Debauche et al., 2019). El uso de sensores permite tener información en tiempo real que se puede almacenar e interpretar posteriormente en aplicaciones móviles, facilitando la toma de

decisiones relacionadas con la gestión de la finca, lo que mejora la economía, la salud del hato lechero y el medio ambiente (Ferris et al., 2020).

Debido al potencial uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo para mejorar el desempeño empresarial y la competitividad de los negocios lecheros (Calsamiglia et al., 2018), resulta importante evaluar la aceptación de estas tecnologías en países con economías en desarrollo en los que esta industria es importante. La ausencia de políticas y programas de extensión que aporten al desarrollo empresarial de este sector se ve influenciada por la falta de recomendaciones claras sobre las variables que intervienen en los procesos de adopción tecnológica (de Oca Munguia y Llewellyn, 2020). En Latinoamérica son escasos los estudios de aceptación tecnológica en la industria lechera que expliquen los factores que influyen en la intención de uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los negocios lecheros.

El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros e identificar los factores que influyen en la intención y frecuencia de uso de estas tecnologías por empresarios ganaderos. Los resultados facilitarán la comprensión del fenómeno tecnológico en este sector por parte de desarrolladores de *software*, investigadores en agronegocios, inversionistas ganaderos, autoridades y formuladores de políticas públicas, así como la mejora en la experiencia de usuario. El uso de estas herramientas de apoyo en la toma de decisiones permitiría reducir brechas tecnológicas existentes por ausencia de tecnificación basada en el análisis estratégico de la gestión del negocio lechero (Barrios et al., 2020a).

## 2. MARCO TEÓRICO

### Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

Las tecnologías de la información pueden ser conocimientos, habilidades y herramientas que ayuden a recopilar, gestionar, utilizar y compartir procesos de la organización relacionados con la información (Alambaigi y Ahangari, 2016). Una forma de evaluar la aceptación de tecnologías de la información, como lo son las aplicaciones móviles, es el uso del modelo de aceptación tecnológica TAM (Technology Acceptance Model, por sus siglas en inglés), desarrollado por Davis (1989). El TAM se basa en dos constructos principales como determinantes de la intención de uso de una tecnología que son la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida (Venkatesh y Davis, 2000). Según Davis (1989), la utilidad percibida (UP) es el grado en que una persona cree que el uso de un sistema mejora su rendimiento en el trabajo; por su parte, la facilidad de uso percibida (FUP) es el grado en que una persona cree que el uso de un sistema no tiene dificultad o no implica esfuerzo.

Usando el TAM como base, Venkatesh y Davis (2000) propusieron el modelo TAM2, adicionando otros constructos teóricos como predecesores del comportamiento de los usuarios, de la intención de uso y de la facilidad de uso y utilidad percibidas. Estos nuevos constructos comprenden procesos de influencia social y procesos cognitivos como norma subjetiva, voluntariedad, imagen, relevancia del trabajo, calidad de los productos y demostrabilidad de los resultados. Venkatesh y Bala, (2008) combinaron el TAM2 con el modelo de los determinantes de la facilidad de uso percibida propuesto por Venkatesh, (2000) y propusieron el modelo integrado de aceptación tecnológica TAM3 (Lai, 2017). Esta tercera edición del TAM adiciona como determinantes de la facilidad de uso percibida los

constructos autoeficacia informática, ansiedad informática, alegría informática y percepciones de control externo.

### **Uso del TAM en la agroindustria**

El TAM ha sido usado y adaptado para evaluar la aceptación de diversas tecnologías en diferentes sectores, pero ¿puede ser un modelo útil para predecir la intención de uso de tecnologías en la agroindustria?

Diferentes investigadores han explorado el potencial del TAM para explicar fenómenos de adopción tecnológica en la agroindustria de países desarrollados y economías emergentes, identificando factores que influyen en la toma de decisiones estratégicas y mejoran el desempeño empresarial de los negocios rurales. En Nueva Zelanda Flett et al. (2004) evaluaron si el TAM podía explicar la aceptación de diferentes tecnologías para negocios lecheros, entre los cuales se encontraban la suplementación mineral, selección de especies de pastos nuevas, pruebas de suelo y sistemas de liberación controlada de fármacos intravaginales. Folorunso y Ogunseye (2008) evaluaron la aplicabilidad del TAM con un sistema de gestión de conocimiento para agricultores, concluyendo que la facilidad de uso y la utilidad percibidas son constructos importantes para determinar las actitudes de los usuarios hacia este tipo de sistemas.

Diferentes investigadores han desarrollado modelos de aceptación tecnológica basados en el TAM, adicionando variables externas que influyen en los constructos facilidad de uso y utilidad percibidas. Alambaigi y Ahangari (2016) propusieron un TAM para explicar la adopción de sistemas de información en agentes de extensión agrícola, agregando las variables experiencia, beneficios de la organización para financiar y relevancia laboral. En negocios lecheros de la Unión Europea, Naspetti et al. (2017) evaluaron el TAM sobre tres estrategias novedosas de producción sostenible (agroforestería, fuente alternativa de proteína y alimentación materna prolongada), determinando que la utilidad percibida es el principal determinante sobre la intención de un empresario para adoptar una de estas estrategias.

En China se evaluó la aceptación tecnológica de sistemas de trazabilidad vegetal y se demostró que la utilidad percibida y las condiciones facilitadoras influyen positivamente sobre la intención de los propietarios de negocios rurales para participar en estos sistemas (Li et al., 2021). En negocios lecheros se ha evaluado la aceptación tecnológica de sistemas de trazabilidad electrónicos utilizando el TAM2 (Pappa et al., 2018). En Alemania se investigó sobre los factores que influyen en la aceptación tecnológica de sistemas de inteligencia artificial (IA) en la agricultura; se encontró que la facilidad de uso percibida influye positivamente en la aceptación de sistemas de IA (Mohr y Kühn, 2021). Se utilizó el TAM para explicar la adopción de drones en la agricultura, encontrando que la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida influyen positivamente sobre la intención de los empresarios rurales de emplear esta tecnología (Michels et al., 2021).

### **Adopción tecnológica de tecnologías móviles en la agroindustria**

Se han presentado investigaciones relevantes sobre el uso del TAM para predecir la intención de uso de diferentes tecnologías en la agroindustria, sin embargo ¿es el TAM un modelo útil para identificar las variables que influyen en la intención de uso de tecnologías móviles enfocadas en la agroindustria?

En Uganda se utilizó el TAM para evaluar la aceptación tecnológica de teléfonos móviles en negocios lecheros, encontrándose que la facilidad de uso percibida tiene una influencia positiva en la utilidad percibida y en la aceptación de teléfonos móviles (Kabbiri et al., 2018). En India la facilidad de uso percibida demostró tener una influencia positiva en la utilidad percibida y en la actitud hacia los servicios de extensión agrícolas móviles. (Verma y Sinha, 2018). En Alemania, Michels et al. (2019) propusieron un modelo TAM de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros, identificando que la producción de leche, el conocimiento previo sobre aplicaciones y la educación tienen influencia sobre la facilidad de uso y la utilidad percibidas.

### 3. METODOLOGÍA

#### Selección de variables

En el sector lechero se han explorado diferentes características que han sido determinantes en la aceptación de las tecnologías, entre estos se encuentran el tamaño de los negocios, la productividad, la edad del empresario ganadero, el conocimiento previo que puede tener el empresario sobre tecnologías aplicadas a su industria, el nivel de educación y las condiciones tecnológicas de las unidades productivas.

Edwards et al. (2014) clasificaron los empresarios ganaderos en dos grupos: adoptantes rápidos y lentos de las tecnologías. Los adoptantes rápidos tuvieron negocios con más vacas comparados con los adoptantes lentos. En Alemania, el tamaño de la unidad productiva no tuvo influencia significativa en la utilidad percibida que tienen los empresarios ganaderos al utilizar aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros (Michels et al., 2019). La intención de adoptar tecnologías en negocios lecheros está influenciada por factores inherentes a la producción y la gestión del negocio (Barrios et al., 2020b). Empresarios ganaderos con mayor volumen de producción por vaca están más dispuestos a usar nuevas tecnologías con el objetivo de mantener su nivel de producción o lograr mayores ganancias (Michels et al., 2019). La edad es otro factor determinante en la decisión de usar herramientas de apoyo en la gestión del negocio lechero (Rose et al., 2016). Sin embargo, algunos autores han encontrado que la edad no tiene influencia sobre la utilidad o la facilidad de uso percibida de los empresarios ganaderos de emplear aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros (Michels et al., 2019).

El conocimiento previo de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros es una variable que ha influido positivamente sobre la facilidad de uso percibida de los ganaderos (Michels et al., 2019). A medida que aumenta el uso de Internet y dispositivos móviles, los agricultores con bajos niveles de educación tienen más dificultades para aprender a utilizar estas tecnologías (Li et al., 2007). El uso actual de una tecnología es influenciado por la intención de uso (Venkatesh et al., 2003). En la evaluación del TAM de prácticas de pastoreo, la intención de uso influyó positivamente en el comportamiento de uso de esta tecnología (Schaak y Mußhoff, 2018). La industria lechera de países con economías en desarrollo se caracteriza por una producción con vacas en pastoreo permanente, mediante ordeño manual o mecánico que puede ser en sala o en potrero. Se tiene evidencia de países donde un 80% de los negocios lecheros conserva el ordeño manual, práctica que ha desaparecido en industrias de economías desarrolladas (Ruiz Cortés et al., 2012).

## Hipótesis

Con base a los factores asociados al fenómeno de adopción tecnológica en la industria lechera se plantearon las siguientes hipótesis:

**H1a:** La facilidad de uso percibida influye positivamente sobre la utilidad percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H1b:** La facilidad de uso influye positivamente sobre la intención de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H2:** La utilidad percibida influye positivamente sobre la intención de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H3:** Administrar un negocio de mayor tamaño influye positivamente sobre la utilidad percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H4:** Una alta producción promedio de leche (litros/vaca/día) influye positivamente sobre la utilidad percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H5a:** El aumento de la edad influye negativamente en la utilidad percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H5b:** El aumento de la edad influye negativamente en la facilidad de uso percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H6:** El conocimiento previo sobre aplicaciones móviles para gestión de hatos influye positivamente en la facilidad de uso percibida de usar una nueva aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H7:** Un mayor nivel de educación del empresario influye positivamente sobre la facilidad de uso percibida de usar una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H8:** La intención de uso influye positivamente en la frecuencia de uso de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros.

**H9:** Ordeñar manualmente influye negativamente en la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros.

**H10:** El ordeño en potrero influye negativamente en la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros.

## Recolección de datos

Se recolectó información de 122 empresarios ganaderos en Colombia, utilizando formularios de Google enviados vía correo electrónico durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y septiembre de 2020. El instrumento se estructuró de la siguiente manera: en la sección inicial se preguntó sobre las características socioeconómicas de los empresarios y de sus unidades productivas, así como el uso o tenencia de tecnologías como teléfonos inteligentes, internet, aplicaciones móviles o *software* de computador para la gestión de negocios lecheros. En segundo lugar, se indagó sobre 10 ítems ajustados del TAM validado por Michels et al. (2019) (ver Tabla 1), adaptados a su vez de los trabajos de Davis (1989) y Venkatesh y Davis (2000). Se utilizó una escala Likert de 5 puntos para evaluar el grado de acuerdo o desacuerdo de los empresarios con estos ítems. La tercera sección abordó la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros (las frecuencias evaluadas fueron 1= nunca, 2= menos de una vez a la semana, 3 semanalmente, 4= Más de una vez a la semana, 5= una vez al día, 6= más de una vez al día). En la cuarta y última sección se indagó por la utilidad que tenían para los empresarios ganaderos las posibles funciones incluidas en

una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros. Las funciones evaluadas estuvieron relacionadas con gestión de la reproducción, salud animal, gestión de información, control del ordeño y gestión de la alimentación (Michels et al., 2019).

**Tabla 1. Ítems para evaluación del TAM**

Table 1. Items for TAM evaluation

Constructo	Indicador	Ítems
Intención de uso	IU1	Tendría la intención de usar una aplicación móvil para gestión de hatos.
	IU2	Usaría una aplicación móvil para gestión de hatos en un futuro cercano.
Facilidad de uso	FU1	Usar una aplicación móvil para gestión de hatos me parecería fácil.
	FU2	Creo que una aplicación móvil para gestión de hatos sería una ayuda fácil de usar en la gestión de mi hato.
	FU3	Creo que sería fácil adquirir las habilidades para usar una aplicación móvil para gestión de hatos.
	FU4	Creo que podría aprender fácilmente cómo usar una aplicación móvil para gestión de hatos.
Utilidad percibida	UP1	En general, una aplicación móvil para gestión de hatos sería útil para la efectividad general de la gestión de mi hato.
	UP2	El uso de una aplicación móvil para gestión de hatos podría acelerar la ejecución de mi trabajo diario.
	UP3	El uso de una aplicación para gestión de hatos mejoraría la rentabilidad de mi hato.
	UP4	El uso de una aplicación móvil para gestión de hatos facilitaría la observación del bienestar y la salud de los animales en mi hato.

Nota: Los ítems se adaptaron del trabajo de Michels et al. (2019).

Fuente: elaboración propia.

### Modelo de ecuaciones estructurales

Se utilizó una modelación de ecuaciones estructurales por el enfoque de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM). El tamaño de la muestra y las diferencias contextuales entre la zona de estudio y otros contextos donde se han realizado estudios similares, justificaron el uso de esta técnica (Hair et al., 2017). La intención de uso (ITU), facilidad de uso (FU), la utilidad percibida (PU) y la frecuencia de uso (FRU) fueron clasificados como constructos reflectivos (Freeze y Raschke, 2007), es decir que los indicadores son causados por el constructo. El tamaño del negocio, la producción de leche, la edad del empresario, el conocimiento sobre aplicaciones móviles y el nivel de educación fueron variables exógenas de un solo ítem dentro del modelo clasificadas como reflectivas (Michels et al., 2019).

Se diagramó el modelo con las hipótesis planteadas y se evaluó el modelo de medida; se calculó para cada variable latente endógena la consistencia interna mediante el alfa de Cronbach con un valor límite permitido  $>0.7$ . Se calculó, además, la fiabilidad compuesta mediante el índice de Dillon-Goldstein con valor límite permitido  $>0.7$  (Hundleby, 1968). La validez convergente se evaluó mediante la varianza extraída de cada constructo (AVE), el valor límite permitido de este indicador fue  $> 0.5$ . Para determinar que las variables latentes no superan los umbrales permitidos de correlación entre sí, se evaluó la validez discriminante mediante el Criterio de Fornell y Larcker (1981); este criterio señala que no habrá problemas de validez discriminante si los AVE son mayores que las



correlaciones entre las variables elevadas al cuadrado. Para confirmar la validez discriminante se presentó la matriz con cálculo de la ratio Heterotrait-Monotrait (HTMT), esta no debe de superar el valor de corte de 0.9 (Aldas y Uriel, 2017).

La significancia de los coeficientes de regresión se evaluó mediante la técnica bootstrapping, que estima el modelo con N submuestras, calcula los coeficientes de regresión del modelo y los intervalos de confianza que determinan la significancia (Lamberti et al., 2017); se configuró el algoritmo de bootstrapping con 5000 submuestras, como se utilizó en Gupta y Arora (2017), Martínez Ávila y Fierro Moreno (2018) y Zulherman et al. (2021). Se realizó una segunda prueba siguiendo a Michels et al. (2019) para evaluar la capacidad de hacer predicciones de las variables latentes, se usó el indicador de Stone – Geisser Q2, el cual se basa en un remuestreo denominado blindfolding, calculado con una distancia de omisión = 6. El modelo tiene relevancia predictiva si  $Q2 > 0$ . El *software* utilizado para el cálculo de las ecuaciones estructurales e indicadores fue R versión 4.0.2 con la librería PLS-PM creada por Sanchez (2013). Para el cálculo del indicador HTMT se utilizaron las librerías Lavaan y Matrixpls. Para el cálculo del indicador Stone Geisser Q2 se utilizó el *software* SmartPLS.

### Regresión logística ordenada

Para evaluar la influencia del lugar y tipo de ordeño sobre la frecuencia de uso, se utilizó una regresión logística ordenada que permite predecir la probabilidad de que ocurra un evento, en este caso, la frecuencia de uso dada unos valores independientes (lugar de ordeño y tipo de ordeño). El *software* utilizado para el cálculo de la regresión logística fue Stata versión 16.

## 4. RESULTADOS

Las características de las unidades productivas y los empresarios ganaderos encuestados se presentan en la Tabla 2. El tamaño promedio de los negocios obtenido en este estudio corresponde a tamaños medianos según la clasificación propuesta por Barrios y Olivera (2013).

**Tabla 2. Resumen estadísticas (n=122)**

Table 2. Summary statistics (n=122)

Variable	Descripción	Promedio $\pm$ DE*	Mínimo	Máximo
Edad	Edad del empresario ganadero en años	40.7 $\pm$ 12.8	15	74
Tamaño del negocio	Numero de vacas en ordeño	43 $\pm$ 52.9	2	300
Producción de leche	Litros promedio/vaca/día	15 $\pm$ 6.28	1	35

*Nota: \* DE= Desviación estándar.*

Fuente: elaboración propia.

Un alto porcentaje de los empresarios ganaderos encuestados tenía estudios posteriores al bachillerato (ver Tabla 3). La mayoría conocía aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros, pero solo la mitad usaba estas aplicaciones rutinariamente.

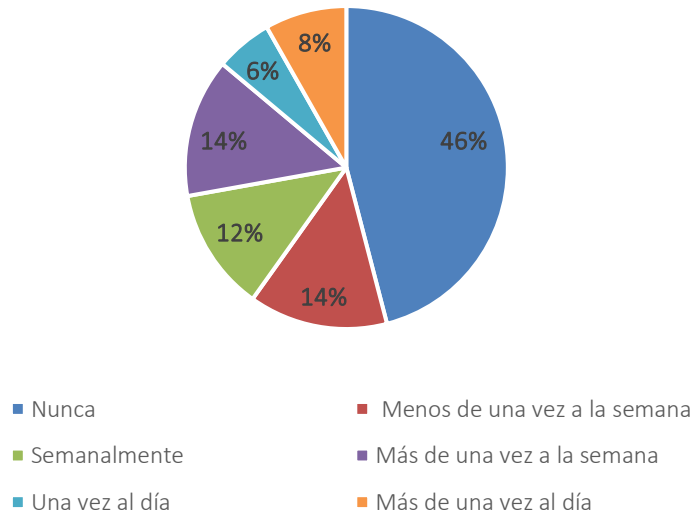
**Tabla 3. Resumen estadísticas variables dicotómicas (n=122)**  
 Table 3. Summary statistics of dichotomous variables (n=122)

Variable	Descripción	Sí (%)	No (%)
Educación	El empresario tiene algún estudio posterior al bachillerato.	79.5	20.5
Conoce aplicaciones móviles	El empresario conoce aplicaciones que pueden ser usadas para la gestión de negocios lecheros.	67.2	32.8
Uso de aplicaciones	El empresario usa aplicaciones móviles para gestión de negocios lecheros.	52.5	47.5
Sistema de ordeño	Sí= el sistema es mecánico; No= es manual.	66.0	34.0
Lugar de ordeño	Sí= en sala de ordeño; No= en potrero.	54.9	45.1

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1 se presenta la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros. El 26% de los empresarios ganaderos encuestados utilizaban aplicaciones móviles para la gestión de sus negocios con frecuencia igual o mayor a una vez a la semana.

**Figura 1. Frecuencia de uso de aplicaciones móviles**  
 Figure 1. Frequency of use of mobile applications



Nota: Solo se admitía una respuesta por productor.  
 Fuente: elaboración propia.

Todas las funciones evaluadas tuvieron una alta calificación. Se destaca la gestión del negocio como la función con mayor utilidad percibida. El control de ordeño fue la función con menor calificación (ver Tabla 4).

**Tabla 4. Utilidad percibida de las funciones asociadas a aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros**

Table 4. Perceived usefulness of the functions of mobile applications to manage dairy businesses

Función	Porcentaje (%)					Mediana
	5=Muy útil	4	3	2	1=Nada útil	
Gestión del negocio (cálculo de costos, utilidades operativas, rentabilidad)	82.8	12.3	0.80	2.50	1.60	5
Gestión de alimentación (cálculo de porciones alimenticias, dietas)	69.67	23.77	2.46	0.82	3.28	5
Gestión de información (tiempos de ordeño, rendimiento por vaca, rendimientos por trabajador)	63.9	25.4	7.40	2.50	0.80	5
Gestión de la reproducción (tiempo para secar las vacas, selección de toro)	70.5	22.1	3.30	1.60	2.50	5
Salud animal (comportamiento de la alimentación, posicionamiento animal y monitoreo)	63.1	28.7	6.56	0.82	0.82	5
Control de ordeño (control de tanques, control de la técnica de ordeño)	54.1	29.51	13.11	2.46	0.82	5

Fuente: elaboración propia.

### Evaluación del modelo de medida

La Figura 2 muestra el modelo de ecuaciones estructurales estimado mediante PLS-SEM. Los resultados de consistencia interna, fiabilidad compuesta y validez convergente se muestran en la Tabla 5. Todas las cargas estandarizadas de los indicadores superaron los valores recomendados de 0.70. Se verificó la consistencia interna y fiabilidad compuesta para todas las variables latentes con Alfa de Cronbach y Dillon-Goldstein mayores a 0.7 (ver Tabla 5). La validez convergente se cumplió satisfactoriamente, siguiendo a Fornell y Larcker (1981), el AVE fue >0.5 para todos los constructos.

Los datos de correlación entre variables representados en la diagonal inferior de la Tabla 6 y los AVE de los constructos representados en la Tabla 5, permitieron calcular el criterio de Fornell y Larcker (1981) para determinar la validez discriminante del modelo, con la que se comprobó que todas las correlaciones al cuadrado fueron inferiores al valor de las AVE (Aldas y Uriel, 2017).

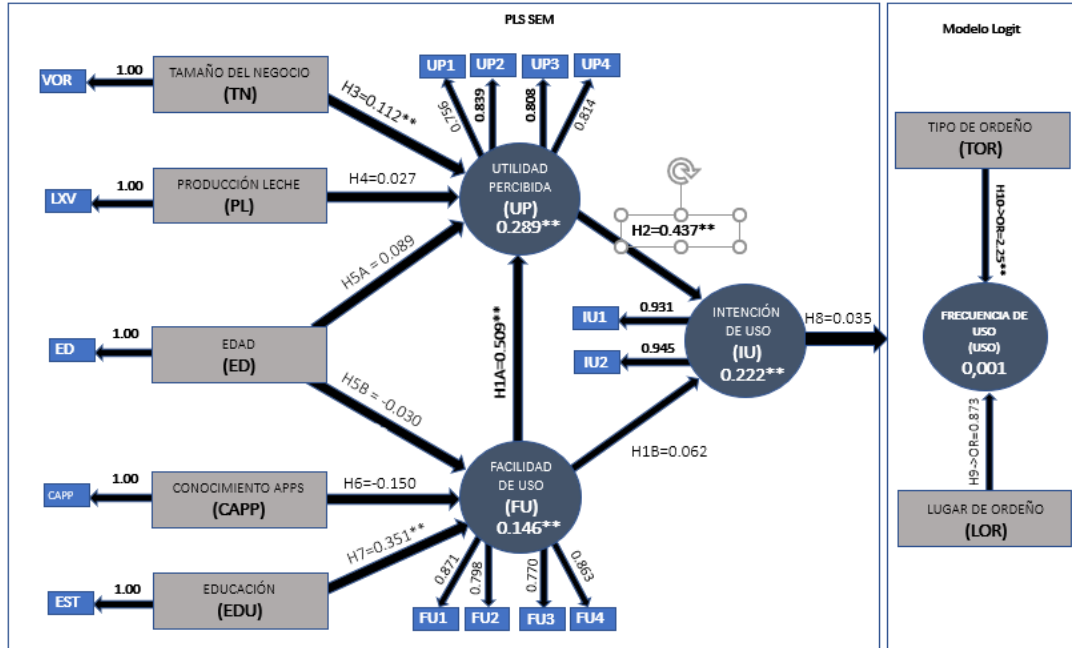
El indicador HTMT se presenta en la diagonal superior de la Tabla 6, en la cual se observa que ninguno de los valores superó el valor crítico de 0.9 (Aldas y Uriel, 2017), por lo que se comprobó validez discriminante.

### Estimación de los coeficientes de regresión

En la Tabla 7 se representan los  $R^2$  del modelo (Chin, 1998). El modelo desarrollado en este estudio tuvo una explicación moderada para la intención de uso y la utilidad percibida, mientras que para la facilidad de uso tuvo una explicación débil. Todos los constructos presentaron  $Q^2 > 0$ , lo que indicó que el modelo tuvo buena relevancia predictiva.

Figura 2. Modelo TAM de aplicaciones móviles para gestión de negocios lecheros adaptado de Michels et al. (2019)

Figure 2. TAM of mobile applications to manage dairy businesses, adapted from Michels et al. (2019)



Nota: H= Hipótesis. \*\*=Hipótesis soportada. OR= Odds ratio. VOR= Vacas en ordeño. LXV= Litros/vaca/día. ED= Edad. CAPP= Conocimiento previo sobre aplicaciones móviles. EST= Estudio posterior al bachillerato. Fuente: elaboración propia.

Tabla 5 Evaluación del modelo de medida (n=122)  
Table 5. Evaluation of the measurement model (n=122)

Constructo	Indicador	Cargas	Alfa de Cronbach	Dillon Goldstein	AVE
Intención de uso	IU1	0.931	0.865	0.937	0.880
	IU2	0.945			
Facilidad de uso	FU1	0.871	0.846	0.897	0.683
	FU2	0.798			
	FU3	0.770			
	FU4	0.863			
Utilidad percibida	UP1	0.756	0.819	0.881	0.648
	UP2	0.839			
	UP3	0.808			
	UP4	0.814			

Nota: El punto de corte para las cargas estandarizadas de los indicadores es > 0.7; Alfa de Cronbach > 0.7; Dillon – Goldstein > 0.7; AVE > 0.5.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6. Validez discriminante del modelo de medida**  
Table 6. Discriminant validity of the measurement model

	Facilidad de uso	Utilidad percibida	Intención de uso
Facilidad de uso	0.83	0.61	0.32
Utilidad percibida	0.52	0.80	0.55
Intención de uso	0.29	0.47	0.94

*Nota: En la diagonal de la matriz se presenta la raíz cuadrada del AVE de los constructos. En la parte superior de la diagonal el indicador HTMT. En diagonal inferior se presenta la correlación entre las variables.*

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Varianza explicada y relevancia predictiva del modelo TAM (n=122)**

Table 7. Explained variance and predictive relevance of the TAM (n=122)

Constructo	R <sup>2</sup>	Q <sup>2</sup>
Intención de Uso	0.22 (moderado)	0.17
Facilidad de Uso	0.15 (débil)	0.078
Utilidad percibida	0.29 (moderado)	0.17
Frecuencia de Uso	0.001	-0.063

*Nota: Nivel de corte para R<sup>2</sup>>0.1, Q<sup>2</sup>> 0. Distancia de omisión (blindfolding) = 6.*

Fuente: elaboración propia.

## Coefficientes de regresión y el modelo logit ordenado

Las pruebas de hipótesis para la evaluación del TAM se muestran en la Tabla 8. La hipótesis H1A tuvo una influencia positiva y significativa, lo que indicó que, si un empresario ganadero percibe una aplicación móvil como fácil de usar, este percibirá una mayor utilidad en la aplicación (Michels et al., 2019). La hipótesis H1B sobre la influencia de la FU -> IU, tuvo un valor positivo, sin embargo, no fue significativa por lo cual H1B no fue soportada.

La hipótesis H2 evaluó la influencia de la UP -> IU. El coeficiente de esta relación fue positivo y estadísticamente significativo, lo que sugiere que, si un empresario ganadero percibe utilidad en una aplicación móvil para la gestión del negocio, sus intenciones de usarla aumentan. La influencia del tamaño del negocio sobre la utilidad percibida (H3) fue positiva y estadísticamente significativa, lo que quiere decir que entre más grandes son los hatos ganaderos, mayor es la utilidad percibida al utilizar una aplicación móvil para la gestión del negocio.

La hipótesis H4, que evaluó la influencia de la producción de leche por vaca sobre la utilidad percibida, no pudo ser soportada. La hipótesis H5a, que evaluaba la influencia de la edad del empresario ganadero sobre la utilidad percibida, presentó una influencia positiva, pero no fue estadísticamente significativa. La hipótesis H5b presentó una influencia negativa, ya que, a mayor edad, es más probable percibir como difícil el uso de aplicaciones móviles y *smartphones*, sin embargo, tampoco fue estadísticamente significativa para explicar el constructo facilidad de uso. La educación tuvo la influencia esperada sobre la facilidad de uso y fue estadísticamente significativa H7 (Edu -> FU), lo

que quiere decir que los empresarios con un grado de estudio posterior al bachillerato percibieron menor esfuerzo en el uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros.

**Tabla 8. Resultado de la prueba de hipótesis por PLS-SEM**

Table 8. Results of the hypothesis testing by PLS-SEM

Ítem	Hipótesis	Coefficientes estandarizados o Path	Perc. .025	Perc .975
FU -> UP	H1A	0.509**	0.355	0.668
FU -> IU	H1B	0.062	-0.119	0.292
UP -> IU	H2	0.437**	0.161	0.709
TN -> UP	H3	0.112**	0.005	0.208
PL -> UP	H4	0.027	-0.124	0.172
Edad -> UP	H5A	0.089	-0.047	0.226
Edad -> FU	H5b	-0.030	-0.201	0.148
Capp -> FU	H6	-0.150	-0.285	0.018
Edu -> FU	H7	0.351**	0.173	0.537
IU -> Frecuencia	H8	0.035	-0.119	0.199

Nota: \*\*Coeficientes significativos, hipótesis soportada a nivel de confianza = 5%.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la regresión logística ordinal (logit) se presentan en la Tabla 9. La razón de máxima verosimilitud (Likelihood Ratio) fue estadísticamente significativa, es decir que al menos uno de los coeficientes de regresión fue estadísticamente diferente de cero. El lugar de ordeño no explica la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros (H8 y H9). Los *Odds ratio* son el cociente entre la probabilidad de que un evento de interés ocurra y la probabilidad de que no ocurra (Bland y Altman, 2000), cuando son cercanos a uno, en el caso del lugar de ordeño, implican que no hay relación o baja influencia sobre la frecuencia de uso, además no fue estadísticamente significativo. El tipo de ordeño con sistema mecánico eleva la probabilidad de ocurrencia de uso de aplicaciones móviles.

**Tabla 9. Resultado de la prueba de hipótesis modelo logit. (n=122)**

Table 9. Results of the hypothesis testing by the ordered logit model (n=122)

Ítem	Hipótesis	Odds ratio	Valor P
LOR-> Frecuencia	H9	0.87	0.69
TOR->Frecuencia	H10	2.25**	0.03

Nota: \*\*= Odds ratio significativo  $P < 0.05$ . Log likelihood = -184.607. LR chi2 (2) = 4.93.

Pseudo  $R^2$  McFadden= 0.0132. Niveles de referencia LOR: Sala=1, Potrero=0,

TOR: Mecánico=1, Manual=0. Fuente: elaboración propia.

## 5. DISCUSIÓN

Los altos valores de fiabilidad obtenidos (todas las alfas de Cronbach fueron  $> 0.8$ ) se deben a que se trabajó con escalas de medidas ya validadas, construidas desde Davis (1989) y Venkatesh y Davis (2000) y que se han usado para evaluar la aceptación de otras tecnologías. La producción de leche

promedio en los negocios ganaderos estudiados fue similar al escenario tendencial en lechería especializada en trópico alto de la zona de estudio (UPRA, 2020). El alto porcentaje de empresarios ganaderos con estudios posterior al bachillerato obtenido en este estudio (79.5%) podría estar relacionado con el hecho de que las encuestas fueron enviadas por medios electrónicos; por lo tanto, fue necesario que los empresarios que contestaron la encuesta tuvieran un manejo básico de herramientas informáticas para diligenciarla, lo que podría evidenciar que empresarios ganaderos con bajos niveles de estudio encuentran difícil el uso de estas plataformas (Li et al., 2007).

Se resalta la alta calificación que le dan los empresarios a la función gestión del negocio (más del 95% calificó entre 4 y 5). Los productores pueden conocer precios de mercado y acceder a nuevos negocios a través de internet en sus dispositivos y aplicaciones, además de recopilar información financiera de la unidad productiva que les permite tomar mejores decisiones y evaluar qué tan rentable es su agronegocio (Kabbiri et al., 2018). Se podría inferir que los empresarios lecheros evaluados reconocen que gestionar la información de su negocio de una manera más eficiente mejoraría su desempeño empresarial. Michels et al. (2019) encontraron que el 38% de los empresarios ganaderos alemanes utilizaban aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros al menos una vez al día, cifra superior a lo encontrado en este estudio, en el que se encontró una frecuencia de uso más baja (14%). Lo anterior evidencia la baja relevancia que tiene el uso de sistemas de información para la toma de decisiones estratégicas en negocios lecheros de la zona de estudio al comparar este factor entre las industrias lecheras de países desarrollados y países con economías en desarrollo.

Según los resultados obtenidos, la utilidad percibida es el determinante principal de la intención de uso dentro de las variables estudiadas (coeficiente estandarizado significativo = 0.437). La utilidad percibida también fue uno de los determinantes principales en la aceptación de tecnologías de la información en jóvenes emprendedores rurales de Malasia (Zaremohzzabieh et al., 2015) y en la adopción de estrategias de producción sostenible en negocios lecheros de Europa (Naspetti et al., 2017). La evidencia en esta investigación mostró que un empresario ganadero aumenta la utilidad percibida de usar aplicaciones móviles para la gestión del negocio si estas son fáciles de usar (coeficiente estandarizado significativo = 0.509). En otras tecnologías de la información, como es el caso de los servicios de extensión agrícolas de base móvil en la India, se encontró una influencia similar de facilidad de uso sobre la utilidad percibida de los productores (Verma y Sinha, 2018). Sin embargo, una aplicación móvil que sea solo fácil de usar no es determinante en su intención de uso; la utilidad percibida fue el factor más relevante para explicar la intención de uso de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros en los empresarios evaluados.

Este hallazgo podría insinuar que desarrolladores de *software* para ganadería, empresarios, investigadores en agronegocios y formuladores de políticas públicas deberían enfocar sus esfuerzos en aumentar la utilidad percibida de los potenciales usuarios. Esta utilidad se puede aumentar cuando la tecnología permite optimizar la ejecución del trabajo diario de los empresarios, mejorar la rentabilidad de los agronegocios, facilitar la observación del bienestar y salud de los animales, incrementar la gestión de la alimentación, mejorar los indicadores de la reproducción animal, controlar el proceso de ordeño y mejorar la gestión de la información de la unidad productiva. El modelo TAM evaluado obtuvo una explicación moderada de la intención de uso ( $R^2=0.22$ ) y la utilidad percibida ( $R^2=0.29$ ) y para la facilidad de uso percibida ( $R^2=0.15$ ) una explicación débil, lo que indica que el modelo TAM evaluado cumplió los niveles de corte en cuanto a varianza explicada de sus

variables latentes y relevancia predictiva ( $Q > 0$ ); sin embargo, este modelo que se evalúa bajo una investigación de corte exploratorio, podría adaptarse en el futuro con el fin de explicar mejor la varianza de sus variables latentes.

Otro factor que aumenta la utilidad percibida de usar aplicaciones móviles fue el tamaño del negocio (coeficiente estandarizado significativo = 0.112). Entre más grande es el negocio, mayores son las posibilidades de usar aplicaciones móviles como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, pues estos empresarios perciben mayor utilidad de usar estas tecnologías, en contraste con empresarios con negocios más pequeños. Esto soporta la afirmación de Khanal et al. (2010), quienes afirmaron que el tamaño del negocio está asociado a la adopción de tecnologías. La edad del empresario ganadero y el conocer previamente aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros no estuvieron asociadas con la aceptación de estas tecnologías. El nivel de formación estuvo asociado a la facilidad de uso que percibían los empresarios de utilizar aplicaciones móviles en la gestión de negocios lecheros (coeficiente estandarizado significativo = 0.351), aumentando su utilidad percibida. Una mayor escolaridad o nivel de formación les permitió a los empresarios lecheros entender mejor la información que generan estos desarrollos e implementar acciones de mejora oportunamente. Esto implica que formuladores de políticas públicas deberían promover la capacitación en los empresarios de este sector y así lograr que perciban las tecnologías de la información como más fáciles de usar y las tomen como herramienta de apoyo para sus decisiones estratégicas, lo que podría aumentar la competitividad de esta industria.

Se encontró evidencia empírica de que el tipo de ordeño, manual o mecánico, influye en la frecuencia de uso de las aplicaciones. Si el ordeño es mecánico, aumentan las probabilidades de utilizar con mayor frecuencia estas aplicaciones móviles (*odds ratio* = 2.25), aspecto que podría estar relacionado con el hecho de que un mayor volumen de leche, que es el principal motivador en la adopción del ordeño mecánico, estaría relacionado con un mayor flujo de datos productivos y contables que demandan mayor esfuerzo técnico y de gestión, no solo para el procesamiento de la información sino también para la evaluación de las decisiones derivadas de su análisis, como puede ser la programación de la producción, la inversión o la diversificación del negocio. Los ganaderos que ordeñan de forma manual generalmente son los de negocios más pequeños que no adoptan tecnologías como factor estratégico en su unidad productiva (Barrios et al., 2016). Esta baja adopción de tecnologías en los negocios lecheros pequeños restringe el crecimiento empresarial y reduce las capacidades de competir en mercados internacionales con economías de escala que hacen la competencia cada vez más productiva.

Se aportó información respecto a los factores que influyen la intención de uso de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros. Se identificaron características de la unidad productiva que aumentan la probabilidad de usar dichas aplicaciones con mayor frecuencia. En la industria lechera se hace necesario priorizar temas como la alfabetización digital de los empresarios ganaderos y la infraestructura tecnológica y de comunicación en los territorios rurales, de manera que sea posible la difusión de tecnologías emergentes que permitan al productor lechero, independientemente del tamaño del negocio, acceder a nuevas formas de operación basadas en la gestión del conocimiento, la colecta de datos y el análisis de información en tiempo real para, de esta manera, convertir el factor tecnológico en uno de los pilares estratégicos que direccionen la toma de decisiones sectoriales y empresariales en esta industria. Se recomienda, en un próximo estudio, ampliar la muestra donde se pueda incluir o segmentar más el nivel de escolaridad de los empresarios



ganaderos. Si bien los indicadores de ajuste del modelo evaluado superaron los niveles de corte, sería deseable explorar la capacidad predictiva de otros modelos TAM utilizados en el sector agrario o adicionar nuevas variables al modelo analizado como pueden ser la seguridad percibida, la confianza, las condiciones facilitadoras o la influencia social, asimismo, poder segmentar geográficamente los empresarios ganaderos encuestados y evaluar su relación con diferentes condiciones tecnológicas, por ejemplo, la conexión a internet y/o disponibilidad de señal de telefonía. Otra posibilidad de investigación futura podría ser la evaluación de la influencia que tienen las aplicaciones móviles en el desempeño empresarial de los empresarios ganaderos.

## 6. CONCLUSIONES

La toma de datos y el análisis de la información en tiempo real de los negocios lecheros representa gran utilidad para los empresarios de este sector, especialmente en temas relacionados con la gestión del negocio, el manejo de la información productiva, la alimentación y la salud animal. La frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros es más baja en países con economías emergentes que en países desarrollados. Se identifica que los empresarios lecheros reconocen que el uso de aplicaciones móviles podría mejorar la gestión de su negocio, sin embargo, la baja frecuencia de uso de estas aplicaciones evidencia la baja adopción de tecnologías blandas en esta agroindustria, lo que infiere una alta vulnerabilidad y pocas capacidades empresariales para competir con agroindustrias de países desarrollados.

Los empresarios lecheros tienen mayor intención de usar aplicaciones móviles para la gestión de sus negocios si perciben utilidad en estas tecnologías, es decir, si sienten que su desempeño en el trabajo mejora utilizando la aplicación. Los programas de extensión agropecuaria y espacios de socialización de tecnología e innovación para empresarios lecheros deberían enfocarse en ampliar los beneficios económicos que podrían obtenerse en el negocio al implementar estas tecnologías. El tamaño del negocio y la facilidad de uso inciden positivamente en la utilidad percibida de los empresarios y la educación afecta positivamente la facilidad de uso percibida. Se identificó que la educación de los empresarios lecheros es un factor clave que influencia positivamente la facilidad de uso de las tecnologías de la información. Los países con economías emergentes presentan bajos niveles de estudio en sus zonas rurales, lo que podría generar desventajas competitivas para la agroindustria lechera de estos países. Aunque la facilidad de uso no es un determinante de la intención, sí aumenta la percepción de la utilidad al facilitar el manejo de las herramientas y la interpretación de los datos. La producción de leche, la edad del empresario y el conocimiento previo sobre aplicaciones móviles por parte de los empresarios no afectan la intención de usar estas tecnologías. La frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de negocios lecheros no está influenciada por su intención de uso ni por el lugar de ordeño. Contar con sistema de ordeño mecánico en el negocio aumenta la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión del negocio en comparación con empresarios que realizan ordeño manual.

La información de este estudio podría aportar al desarrollo de capacidades de gestión de la industria lechera, lo que favorecería su desempeño empresarial al permitir enfrentar, con mejores herramientas, la compleja variedad de desafíos que amenazan su sobrevivencia en el mercado. El desarrollo de estas capacidades podría ayudar al cierre de brechas tecnológicas y fortalecer la adopción de tecnologías que faciliten la toma de decisiones estratégicas en este sector.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto «Fortalecimiento empresarial de los productores de leche en el departamento de Antioquia mediante la mejora de la calidad e inocuidad de la leche a través de la generación y el uso y evaluación de un producto de desarrollo tecnológico» (62951). Convocatoria regional cierre de brechas departamento de Antioquia 805-2018, Convenio No. 4600007658-779 de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia y los recursos del Sistema General de Regalías, a MinCiencias, la Universidad de Antioquia, Corpoleche y la empresa Lácteos La Fontana.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Para el desarrollo de este proyecto todos los autores han realizado una contribución significativa especificada a continuación:

Junnier Felipe Usuga-Escobar: conceptualización, diseño y desarrollo de la investigación, redacción del manuscrito.

Luis Guillermo Palacio-Baena: diseño de la investigación, revisión del manuscrito.

Dursun Barrios: conceptualización, diseño de la investigación, revisión final del manuscrito.

## REFERENCIAS

Alambaigi, A., Ahangari, I. (2016). Technology Acceptance Model (TAM) As a Predictor Model for Explaining Agricultural Experts Behavior in Acceptance of ICT. *International Journal of Agricultural Management and Development*, v. 6. n. 2, 235-247.

[http://ijamad.iaurasht.ac.ir/article\\_523440.html](http://ijamad.iaurasht.ac.ir/article_523440.html)

Aldas, J., Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R. 2ª ed.* Ediciones Paraninfo.

Amadasun, K. N., Short, M., Shankar-Priya, R., Crosbie, T. (2021). Transitioning to Society 5.0 in Africa: Tools to Support ICT Infrastructure Sharing. *Data*, v. 6, n. 7, 69.

<https://doi.org/10.3390/data6070069>

Barrios, D., Olivera, M. (2013). Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *Innovar*, v. 23, n. 48, 33-41.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/40487>

- Barrios, D., Restrepo-Escobar, F. J., Cerón-Muñoz, M. (2020a). Desempeño empresarial en la industria lechera. *Suma de Negocios*, v. 11, n. 25, 180-185.  
<http://doi.org/10.14349/sumneg/2020.V11.N25.A9>
- Barrios, D., Restrepo-Escobar, F. J., Cerón-Muñoz, M. (2020b). Factors associated with the technology adoption in dairy agribusiness. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, v. 73, n. 2, 9221-9226. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.82169>
- Barrios, D., Restrepo-Escobar, F. J., Cerón-Muñoz, M. F. (2016). Antecedentes sobre gestión tecnológica como estrategia de competitividad en el sector lechero colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, v. 28, n. 7, artículo #125.  
<http://www.lrrd.org/lrrd28/7/barr28125.html>
- Barrios, D., Restrepo-Escobar, F. J., Cerón-Muñoz, M. (2019). Adopción tecnológica en agronegocios lecheros. *Livestock Research for Rural Development*, v. 31, n. 8, artículo #116.  
<http://www.lrrd.org/lrrd31/8/cero31116.html>
- Begnum, M. E. N., Pettersen, L., Sørnum, H. (2019). Identifying Five Archetypes of Interaction Design Professionals and Their Universal Design Expertise. *Interacting with Computers*, v. 31, n. 4, 372-392. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwz023>
- Belvedere, V., Grando, A., Bielli, P. (2013). A quantitative investigation of the role of information and communication technologies in the implementation of a product-service system. *International Journal of Production Research*, v. 51, n. 2, 410-426.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2011.648278>
- Bland, J. M., Altman, D. G. (2000). The odds ratio. *BMJ*, v. 320, 1468.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.320.7247.1468>
- Bonke, V., Fecke, W., Michels, M., Musshoff, O. (2018). Willingness to pay for smartphone apps facilitating sustainable crop protection. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 38, n. 5, Article number: 51. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0532-4>
- Calsamiglia, S., Astiz, S., Baucells, J., Castillejos, L. (2018). A stochastic dynamic model of a dairy farm to evaluate the technical and economic performance under different scenarios. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 8, 7517-7530. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12980>
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. En G. A. Marcoulides (ed.), *Modern Methods for Business Research* (pp. 295-336). Psychology Press
- Cristofaro, M. (2020). E-business evolution: an analysis of mobile applications' business models. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 32, n. 1, 88-103.  
<https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1634804>

- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, v. 13, n.3, 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- de Oca Munguia, O. M., Llewellyn, R. (2020). The Adopters versus the Technology: Which Matters More when Predicting or Explaining Adoption? *Applied Economic Perspectives and Policy*, v. 42 n. 1, 80-91. <https://doi.org/10.1002/aepp.13007>
- Debauche, O., Mahmoudi, S., Andriamandroso, A. L. H., Manneback, P., Bindelle, J., Lebeau, F. (2019). Cloud services integration for farm animals' behavior studies based on smartphones as activity sensors. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, v. 10, n. 12, 4651-4662. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-0845-9>
- Edwards, J. P., Dela Rue, B. T., Jago, J. G. (2014). Evaluating rates of technology adoption and milking practices on New Zealand dairy farms. *Animal Production Science*, v. 55, n. 6, 702-709. <https://doi.org/10.1071/AN14065>
- Ferris, M. C., Christensen, A., Wangen, S. R. (2020). *Symposium review: Dairy Brain—Informing decisions on dairy farms using data analytics*. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 4, 3874-3881. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17199>
- Flett, R., Alpass, F., Humphries, S., Massey, C., Morriss, S., Long, N. (2004). The technology acceptance model and use of technology in New Zealand dairy farming. *Agricultural Systems*, v. 80, n, 2, 199-211. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2003.08.002>
- Folorunso, O., Ogunseye, S. O. (2008). Applying an Enhanced Technology Acceptance Model to Knowledge Management in Agricultural Extension Services. *Data Science Journal*, v. 7, 31-45. <https://doi.org/10.2481/dsj.7.31>
- Fornell, C., Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, v. 18, n. 1, 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Freeze, R., Raschke, R. L. (2007). An Assessment of Formative and Reflective Constructs in IS Research. *ECIS 2007 Proceedings*. <https://aisel.aisnet.org/ecis2007/171>
- Gbadegeshin, S. A., Oyelere, S. S., Olaleye, S. A., Sanusi, I. T., Ukpabi, D. C., Olawumi, O., Adegbite, A. (2019). Application of information and communication technology for internationalization of Nigerian small- and medium-sized enterprises. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, v. 85, n. 1, e12059. <https://doi.org/10.1002/isd2.12059>
- Gupta, A., Arora, N. (2017). Understanding determinants and barriers of mobile shopping adoption using behavioral reasoning theory. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 36, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.12.012>

- Hair, J., Hollingsworth, C. L., Randolph, A. B., Chong, A. Y. L. (2017). An updated and expanded assessment of PLS-SEM in information systems research. *Industrial Management & Data Systems*, v. 117, n. 3, 442-458. <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2016-0130>
- Hundleby, J. D. (1968). [Review of Psychometric Theory, by J. Nunnally]. *American Educational Research Journal*, v. 5, n. 3, 431-433. <https://doi.org/10.2307/1161962>
- Kabbiri, R., Dora, M., Kumar, V., Elepu, G., Gellynck, X. (2018). Mobile phone adoption in agri-food sector: Are farmers in Sub-Saharan Africa connected? *Technological Forecasting and Social Change*, v. 131, 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.010>
- Khanal, A. R., Gillespie, J., MacDonald, J. (2010). Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. *Journal of Dairy Science*, v. 93, n. 12, 6012-6022. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3425>
- Lai, P. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 14, n. 1, 21-38. <http://dx.doi.org/10.4301/S1807-17752017000100002>
- Lamberti, G., Banet Aluja, T., Sanchez, G. (2017). The Pathmox approach for PLS path modeling: Discovering which constructs differentiate segments. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, v. 33, n. 6, 674-689. <https://doi.org/10.1002/asmb.2270>
- Li, L., Paudel, K. P., Guo, J. (2021). Understanding Chinese farmers' participation behavior regarding vegetable traceability systems. *Food Control*, v. 130, 108325. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108325>
- Li, Y., Fu, Z. T., Li, H. (2007). Evaluating factors affecting the adoption of mobile commerce in agriculture: An empirical study. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 50, n. 5, 1213-1218. <https://doi.org/10.1080/00288230709510404>
- Martínez Ávila, M., Fierro Moreno, E. (2018). Aplicación de la técnica PLS-SEM en la gestión del conocimiento: un enfoque técnico práctico. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, v. 8, n. 16, 130-164. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.336>
- Michels, M., Bonke, V., Musshoff, O. (2019). Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management. *Journal of Dairy Science*, v. 102, n. 10, 9422-9434. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16489>
- Michels, M., von Hobe, C. F., Weller von Ahlefeld, P. J., Musshoff, O. (2021). The adoption of drones in German agriculture: a structural equation model. *Precision Agriculture*, v. 22, n. 6, 1728-1748. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09809-8>

- Mohr, S., Köhl, R. (2021). Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior. *Precision Agriculture*, v. 22, n. 6, 1816-1844. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09814-x>
- Naspetti, S., Mandolesi, S., Buysse, J., Latvala, T., Nicholas, P., Padel, S., Van Loo, E. J., Zanolli, R. (2017). Determinants of the Acceptance of Sustainable Production Strategies among Dairy Farmers: Development and Testing of a Modified Technology Acceptance Model. *Sustainability*, v. 9, n. 10, 1805. <https://doi.org/10.3390/su9101805>
- Pappa, I. C., Iliopoulos, C., Massouras, T. (2018). What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains? *Journal of Rural Studies*, 58, 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.01.001>
- Rose, D. C., Sutherland, W. J., Parker, C., Lobley, M., Winter, M., Morris, C., Twining, S., Ffoulkes, C., Amano, T., Dicks, L. V. (2016). Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems*, v. 149, 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.009>
- Ruiz Cortés, T., Orozco, S., Rodríguez, L. S., Idárraga, J., Olivera, M. (2012). Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, v. 15, n. 1, 147-155. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.812>
- Samoilenko, S., Osei-Bryson, K. M. (2019). A data analytic benchmarking methodology for discovering common causal structures that describe context-diverse heterogeneous groups. *Expert Systems with Applications*, v. 117, 330-344. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.054>
- Sanchez, G. (2013). *PLS Path Modeling with R*. Trowchez Editions. [https://www.gastonsanchez.com/PLS\\_Path\\_Modeling\\_with\\_R.pdf](https://www.gastonsanchez.com/PLS_Path_Modeling_with_R.pdf)
- Schaak, H., Mußhoff, O. (2018). Understanding the adoption of grazing practices in German dairy farming. *Agricultural Systems*, v. 165, 230-239. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.015>
- UPRA. (2020, agosto). *Prospectiva 2039 Cadena Láctea*. [https://www.upra.gov.co/documents/10184/124468/20200831\\_PPT\\_ProspectivaGA.VF.pdf/3bf1576d-412c-4a20-854c-1dd86a741542](https://www.upra.gov.co/documents/10184/124468/20200831_PPT_ProspectivaGA.VF.pdf/3bf1576d-412c-4a20-854c-1dd86a741542)
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research*, v. 11, n. 4, 342-365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1287/isre.11.4.342.11872>
- Venkatesh, V., Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, v. 39, n. 2, 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>

- Venkatesh, V., Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, v. 46, n. 2, 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, v. 27, n. 3, 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Verma, P., Sinha, N. (2018). Integrating perceived economic wellbeing to technology acceptance model: The case of mobile based agricultural extension service. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 126, 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.08.013>
- Zaremohzzabieh, Z., Samah, B. A., Muhammad, M., Omar, S. Z., Bolong, J., Hassan, M. S., Shaffril, H. A. M. (2015). A Test of the Technology Acceptance Model for Understanding the ICT Adoption Behavior of Rural Young Entrepreneurs. *International Journal of Business and Management*, v. 10, n. 2, 158-169. <http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v10n2p158>
- Zulherman, Z., Nuryana, Z., Pangarso, A., Zain, F. M. (2021). Factor of zoom cloud meetings: Technology adoption in the pandemic of COVID-19. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, v. 10, n. 3, 816-825. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i3.21726>