



Aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de hatos

Junnier Felipe Usuga Escobar

Trabajo de grado presentado para optar al título de Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e
Innovación

Director

Luis Guillermo Palacio Baena, Doctor (PhD) en Biología

Codirector

Dursun Barrios, Doctor (PhD) en Ciencias Agrarias

Asesora

Cristina López González, Doctora (PhD) en Ingeniería Industrial y Organizaciones

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Cohorte XI.

Grupo de Investigación Biogénesis.

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) Convenio No. 4600007658-779 con Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia–Colciencias–Universidad de Antioquia, Lácteos La Fontana y recursos del Sistema General de Regalías -SGR.



Centro de Documentación Economía

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Sergio Iván Restrepo Ochoa

Jefe departamento: Bernardo Ballesteros Díaz.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Marco teórico	10
Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)	10
Modelos de Aceptación Tecnológica en el Agro	11
Lugar de Ordeño y Tipo de Ordeño	12
Metodología	15
Descripción de la población	15
Recolección de Datos	15
Modelo de Ecuaciones Estructurales.....	15
Regresión Logística Ordenada	15
Resultados	16
Conclusiones	17
Referencias	18

Lista de tablas

Tabla 1 Ranking de países productores de leche en 2018	12
---	----

Lista de figuras

Figura 1 Modelo de aceptación tecnológica(TAM) de una aplicación móvil para la gestión de hatos lecheros y sus técnicas de estimación (PLS y modelo Logit) (Michels et al.2019) 11

Figura 2 Modelo de aceptación tecnológica (TAM) de una aplicación móvil para la gestión de hatos lecheros. 14

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CAPP	Conocimiento previo sobre aplicaciones móviles para la gestión de hatos.
EDU	Educación.
FU	Facilidad de uso.
HTMT	Ratio Heterotrait-Monotrait.
IU	Intención de uso.
LOR	Lugar de ordeño.
PL	Producción de leche.
PLS-SEM	Ecuaciones estructurales por el enfoque de mínimos cuadrados parciales.
TAM	Modelo de aceptación tecnológica.
TOR	Tipo de ordeño.
UP	Utilidad percibida.
USO	Frecuencia de uso.

Resumen

Las aplicaciones de teléfonos inteligentes ofrecen un gran potencial para recopilar datos de manera remota y eficiente. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aceptación y uso de aplicaciones móviles en la gestión de hatos. Se encuestaron productores de leche de Colombia. Para explicar las variables latentes del modelo se utilizaron ecuaciones estructurales y para la frecuencia de uso se modeló mediante regresión logística ordenada. Se indagó por la utilidad de posibles funciones en este tipo de aplicaciones. En la muestra estudiada existe una mayor intención de usar aplicaciones móviles para la gestión de hatos si perciben utilidad en estas tecnologías. El tamaño del hato y la educación también tienen un efecto significativo sobre la utilidad y facilidad de uso percibida. Tener sistema de ordeño mecánico en la unidad productiva aumenta la frecuencia de uso de estas tecnologías. Para mejorar la gestión de hatos se deben priorizar temas como el tamaño de la unidad productiva, un mejor acceso a la educación, uso de tecnologías de la información con aplicaciones para el agro e incentivar el ordeño mecánico.

Palabras clave: modelo de aceptación tecnológica (TAM), agronegocios, ganadería de leche, PLS-SEM, regresión logística.

Clasificación JEL: O13

Abstract

Smartphone applications offer great potential to collect data remotely and efficiently. The objective of this research was to evaluate the acceptance and use of mobile applications in herd management. Dairy farmers in Colombia were surveyed. Structural equations were used to explain the latent variables of the model and frequency of use was modelled using ordered logistic regression. The usefulness of possible functions in this type of application was investigated. In the sample studied there is a greater intention to use mobile applications for herd management if they perceive usefulness in these technologies. Herd size and education also have a significant effect on perceived usefulness and ease of use. Having a mechanical milking system in the production unit increases the frequency of use of these technologies. In order to improve herd management, issues such as herd size, better access to education, use of information technologies with applications for agriculture and incentives for mechanical milking should be prioritised.

Keywords: TAM technology acceptance model, agribusiness, dairy farming, pls-sem, logistic regression.

JEL Classification: O13

Introducción

Durante la segunda mitad de los 90, con la extensión del uso de computadoras personales, del internet y la adopción de teléfonos móviles (Lio & Liu, 2006), se presentaron grandes avances en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Lo que ha facilitado el desarrollo económico del mundo y la forma de hacer negocios (Kabbiri et al., 2018); principalmente porque los sistemas de información tradicionales son insuficientes para aprovechar las oportunidades que ofrece la era digital (Rialti et al., 2018). El Internet, los teléfonos móviles y las tecnologías relacionadas facilitan la recopilación, almacenamiento, análisis e intercambio de información y están cambiando algunos aspectos de la vida de gran parte de la población mundial (Deichmann et al., 2016).

Las aplicaciones de teléfonos inteligentes ofrecen un gran potencial para recopilar datos de manera remota y eficiente (Dehnen-Schmutz et al., 2016); convirtiéndose en una herramienta útil para sectores productivos como el agrario, porque su movilidad facilita la captura de datos en diferentes actividades agrícolas, su costo es accesible y su potencia informática permite una variedad de aplicaciones (Pongnumkul et al., 2015). Los datos recolectados mediante este tipo de aplicaciones se utilizan para proporcionar información predictiva en operaciones agrícolas, tomar decisiones operativas en tiempo real y rediseñar procesos productivos y comerciales (Wolfert et al., 2017). Estas tecnologías deberán ser aceptadas y adoptadas por economías menos desarrolladas para enfrentar sus problemas de productividad, competitividad y seguridad alimentaria (Espinosa-Cristia et al., 2019). El objetivo de esta investigación fue evaluar la aceptación y uso de aplicaciones móviles en la gestión de hatos.

Marco teórico

Según Barrios & Olivera (2013) las decisiones de tecnificación en agronegocios lecheros, por lo general, están ligadas a la intención de incrementar las ventas y la generación de utilidades. Sin embargo, no es claro si la adopción de una tecnología puede ser explicada solo por razones económicas (Michels et al., 2019). Según Kabbiri et al., (2018), en los últimos años se ha incrementado el interés por investigar la aceptación que tienen los usuarios por las nuevas tecnologías, encontrándose diferentes modelos que buscan explicar este fenómeno. Venkatesh et al. (2003) evaluaron ocho modelos para explicar la aceptación tecnológica entre los cuales se encuentran la teoría de acción razonada, el modelo de aceptación de la tecnología (TAM), el modelo motivacional, la teoría del comportamiento planificado, un modelo que combina el TAM y la teoría del comportamiento planificado, el modelo de utilización del computador personal (MPCU), la teoría de difusión de la innovación y la teoría cognitiva social. Posterior a esta evaluación propusieron un modelo unificado denominado “Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)”.

Según Marangunić & Granić, (2015) los modelos de la teoría de acción razonada y la teoría del comportamiento planificado son útiles para explicar el comportamiento de un individuo. Sin embargo, presentan problemas de adaptación a diferentes contextos como la aceptación de los usuarios a los sistemas de información. Como solución a lo anterior, se desarrolló el modelo de aceptación tecnológica TAM (Schaak & Mußhoff, 2018), siendo el TAM una de las teorías más influyentes en el campo de los sistemas de información y modelos de aceptación de tecnología (Pappa et al., 2018).

Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

El estudio de la aceptación tecnológica, en especial de tecnologías de la información y la comunicación, se encuentra ampliamente respaldado en la literatura científica por modelos de aceptación tecnológica (TAM) derivados de Davis (1989). El TAM busca explicar y predecir el uso de una tecnología basado en dos constructos teóricos que han sido determinantes en el uso de los sistemas: la facilidad de uso percibida (FU) y la utilidad percibida (UP) (Davis, 1989).

Una de las razones de la popularidad del TAM es la riqueza de apoyo empírico reciente (Kabbiri et al., 2018). Este modelo, que se adapta a diferentes contextos, investiga los impulsores de la aceptación de la tecnología, desde la perspectiva de las percepciones de los usuarios sobre

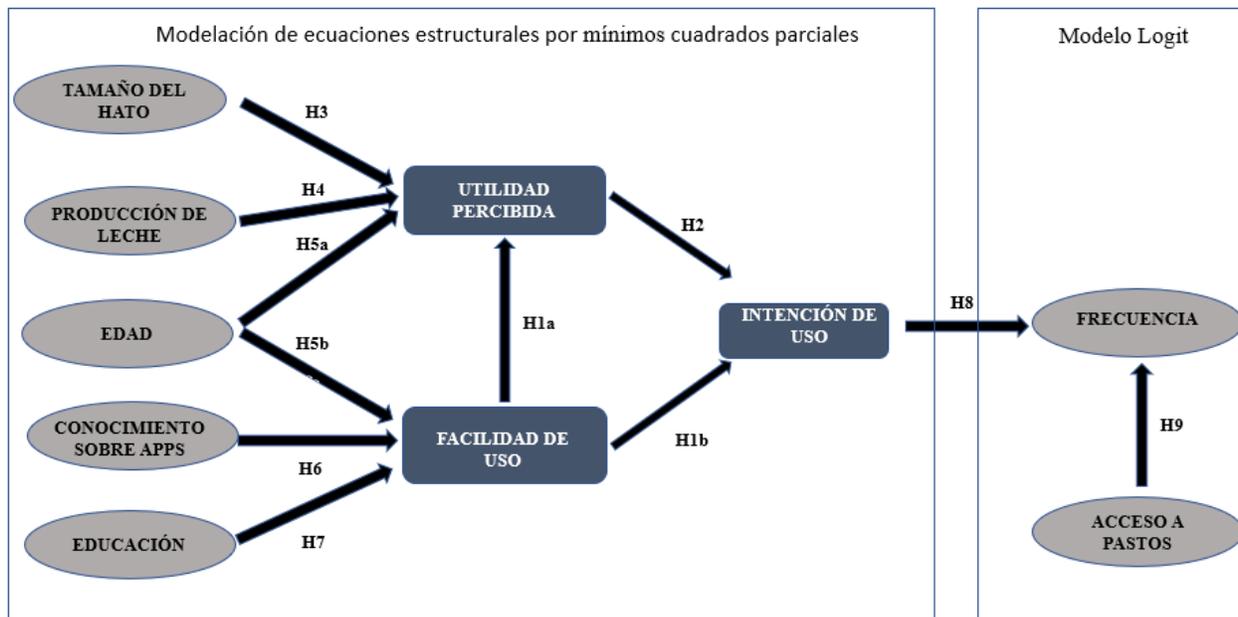
las innovaciones, el contexto y los factores sociales (Jimenez et al., 2021). El TAM ha demostrado ser modelo poderoso y robusto para predecir la aceptación de una tecnología de la información (King & He, 2006).

Modelos de Aceptación Tecnológica en el Agro

El modelo TAM ha sido utilizado para evaluar la aceptación de diferentes tecnologías en el agro, como el uso de prácticas de pastoreo, teléfonos móviles y sistemas de trazabilidad en agricultura y ganadería (Flett et al., 2004; Folorunso & Ogunseye, 2008; Alambaigi & Ahangari, 2016; Naspetti et al., 2017; Pappa et al., 2018; Sharifzadeh et al., 2017; Kabbiri et al., 2018; Verma & Sinha, 2018). Adicionalmente, el TAM ha sido probado para explicar la aceptación tecnológica para la gestión de hatos lecheros (Michels et al., 2019) ver Figura 1. Las anteriores razones, justifican la escogencia del modelo TAM para evaluar la aceptación de una aplicación móvil para la gestión de hatos en el contexto de la ganadería de leche en Colombia.

Figura 1

Modelo de aceptación tecnológica(TAM) de una aplicación móvil para la gestión de hatos lecheros y sus técnicas de estimación (PLS y modelo Logit) (Michels et al.2019)



Nota. Adaptado de “*Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management*”(p.6), De Michels et al., 2019, *Journal of Dairy Science*, Vol. 102 No 10.

En el modelo propuesto por Michels et al., (2019) la utilidad percibida y la facilidad de uso tienen un efecto directo sobre la intención de uso. La facilidad de uso tiene un efecto directo sobre la utilidad percibida, igualmente el tamaño del hato, la producción de leche y la edad del productor. La facilidad de uso se ve directamente relacionada con la edad del productor, el conocimiento previo que tienen los ganaderos de aplicaciones móviles y el grado de escolaridad (educación). Esta parte del modelo se estima mediante ecuaciones estructurales por el enfoque de mínimos cuadrados parciales (PLS). Finalmente, la frecuencia de uso de aplicaciones móviles, es estimada mediante un modelo logit y se explica en función del acceso a pastos y la intención de uso (Michels et al., 2019).

Lugar de Ordeño y Tipo de Ordeño

Mejorar la competitividad requiere decisiones estratégicas que dependen de múltiples factores técnicos, económicos y del contexto local (Calsamiglia et al., 2018). En el año 2018, Estados Unidos de América fue el primer productor de leche en el mundo, Alemania fue el cuarto país en producción, Colombia fue el país número 26 en esa lista. La productividad por vaca (medida en toneladas de leche/vaca por lactancia) para el 2018 en Estados Unidos de América fue de 10,46 toneladas/vaca, en Alemania fue de 8,06 toneladas/vaca, en contraste en Colombia fue de 1,08 toneladas/vaca (FAOSTAT, 2020), ver Tabla 1. Si bien, la productividad de leche por vaca en Colombia viene creciendo, dista de referentes internacionales (UPRA, 2020b).

Tabla 1

Ranking de países productores de leche en 2018.

No.	País	Toneladas	Número de vacas	Producción toneladas leche /vaca
1	Estados Unidos de América	98.690.477	9.432.100	10,46
2	India	89.833.590	52.841.810	1,70

No.	País	Toneladas	Número de vacas	Producción toneladas leche /vaca
3	Brasil	33.839.864	16.357.485	2,07
4	Alemania**	33.064.833	4.100.863	8,06
5	China	31.165.090	5.574.969	5,59
6	Rusia	30.345.525	6.726.438	4,51
7	Francia	25.541.269	3.552.436	7,19
8	Nueva Zelandia	21.392.000	5.010.334	4,27
9	Turquía	20.036.877	6.377.907	3,14
10	Pakistán	16.722.000	13.595.000	1,23
11	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	15.311.000	1.881.000	8,14
12	Polonia	14.171.153	2.232.953	6,35
13	México	12.005.692	2.529.672	4,75
14	Italia	11.944.450	1.693.332	7,05
15	Países Bajos	10.634.163	1.506.945	7,06
16	Argentina	10.526.600	1.595.920	6,60
17	Uzbekistán	10.415.660	5.081.678	2,05
18	Ucrania	10.064.000	1.995.800	5,04
19	Australia	9.289.000	1.546.533	6,01
20	Irlanda	7.810.260	1.480.900	5,27
21	Canadá	7.374.885	1.002.292	7,36
22	Belarús	7.329.500	1.497.700	4,89
23	Japón	7.289.227	847.200	8,60
24	España	7.117.007	816.693	8,71
25	Irán (República Islámica del)	6.929.212	1.888.579	3,67
26	Colombia**	6.096.523	5.653.113	1,08

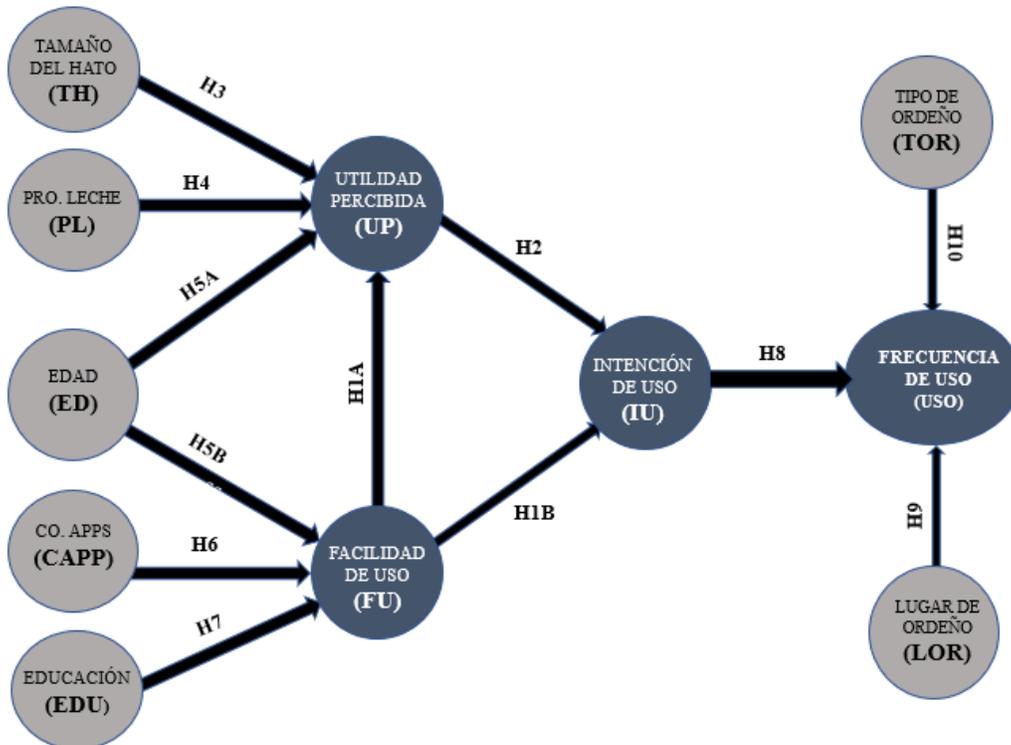
Fuente: (FAOSTAT, 2020)

En la

Figura 2, se presenta el modelo propuesto en este estudio.

Figura 2

Modelo de aceptación tecnológica (TAM) de una aplicación móvil para la gestión de hatos lecheros.



Metodología

Descripción de la población

Colombia se divide en dos regiones desde el punto de vista de producción de leche, la región 1 corresponde a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Quindío, Risaralda, Caldas, Nariño, Cauca y Valle del Cauca; la región 2 se encuentra conformada por los departamentos de Cesar, Guajira, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Chocó, Magdalena, Norte de Santander, Santander, Caquetá, Tolima, Huila, Meta, Orinoquía y Amazonía (MADR, 2012).

Este estudio se realizó con productores de leche de Colombia. En Colombia, existen aproximadamente 333.358 unidades productivas (UPAS) con orientación leche y doble propósito (producción de carne y leche), estas UPAS tienen un único productor que asume la responsabilidad y los riesgos existentes (Dane, 2015; UPRA, 2020a). El 42% de los productores tiene una edad entre 27 y 59 años, el 59% tiene escolaridad básica primaria y el 4% es tecnólogo o profesional (UPRA, 2020b). El 92,29% de los ganaderos tiene menos de 100 animales (FEDEGAN, 2020).

Recolección de Datos

Se encuestaron 123 productores de leche en el año 2020 en Colombia. Se preguntó por características socioeconómicas y del negocio. Para el modelo TAM se adaptaron 10 ítems de un modelo ya validado en otro estudio. Se preguntó por la frecuencia de uso estas aplicaciones móviles para la gestión de hatos. Se indagó por la utilidad de posibles funciones en este tipo de aplicaciones.

Modelo de Ecuaciones Estructurales

Se calculó consistencia interna, fiabilidad compuesta, validez convergente y validez discriminante. Se calcula los coeficientes de regresión mediante bootstrapping con 5000 submuestras. Se utilizaron los software Rstudio (Rstudio Team, 2020) y SmartPLS (Ringle et al., 2015).

Regresión Logística Ordenada

Se utilizó una regresión logística ordenada para analizar la frecuencia de uso. se utilizó el software Stata versión 16 (StataCorp, 2019).

Resultados

Estarán disponibles en una publicación científica denominada “*Aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros*”.

Conclusiones

En la muestra estudiada existe una mayor intención de usar aplicaciones móviles para la gestión de hatos si perciben utilidad en estas tecnologías. El tamaño del hato y la facilidad de uso afectan positivamente la utilidad percibida; la educación afecta positivamente la facilidad de uso percibida. La producción de leche, la edad, el conocimiento previo sobre aplicaciones móviles, la intención de uso y el lugar de ordeño no explican ninguna de las variables latentes relacionadas respectivamente. Tener sistema de ordeño si aumenta la frecuencia de uso de estas tecnologías.

La información de este estudio puede ayudar al desempeño de los productores. Se aporta información relevante respecto a los factores que favorecen la intención y la frecuencia de uso de aplicaciones móviles para la gestión de hatos, se deben priorizar temas como el tamaño de la unidad productiva (tamaño del hato), un mejor acceso a la educación, uso de tecnologías de la información con aplicaciones para el agro e incentivar el ordeño mecánico.

Referencias

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- 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*, 6(2), 235–247. https://www.researchgate.net/publication/314187798_Technology_Acceptance_Model_TAM_As_a_Predictor_Model_for_Explaining_Agricultural_Experts_Behavior_in_Acceptance_of_ICT
- Aldas, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R* (Paraninfo (ed.); segunda ed). <https://www.paraninfo.co/catalogo/9788428329699/analisis-multivariante-aplicado-con-r--2a-ed->
- Barragan, A. A., Workman, J. D., Bas, S., Proudfoot, K. L., & Schuenemann, G. M. (2016). Assessment of an application for touchscreen devices to record calving-related events in dairy herds and monitor personnel performance. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5662–5670. <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2816%2930260-0>
- Barrios, D., & Olivera, M. (2013). Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia / Analysis of Competitiveness of the Dairy Sector: A Case Applied to Northern Antioquia Department in Colombia / Análise da Competitividade do Setor Lácteo: ca. *Innovar*, 23(48), 33–42. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512013000200004&lng=en&tlng=en
- Barrios, D., Restrepo-Escobar, F. J., & Cerón-Muñoz, M. (2020a). Desempeño empresarial en la industria lechera. *Suma de Negocios*, 11(25), 180–185. http://revistasumadenegocios.konradlorenz.edu.co/wp-content/uploads/2020/08/RSN_1125_09_2020_Desempeño-empresarial_web.pdf
- 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*, 73(2), 9221–9226. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n2.82169>
- Barrios, D., Restrepo Escobar, F., & Cerón Muñoz, M. F. (2016). Antecedentes sobre gestión tecnológica como estrategia de competitividad en el sector lechero colombiano. *Livestock*

- Research for Rural Development*, 28(7), Artículo 125.
<http://www.lrrd.org/lrrd28/7/barr28125.html>
- Barrios, D., Restrepo, F., & Cerón, M. (2018). Adopción tecnológica en agronegocios lecheros. *Livestock Research for Rural Development*, 31(Artículo #116).
<http://www.lrrd.org/lrrd31/8/cero31116.html>
- Bonke, V., Fecke, W., Michels, M., & Musshoff, O. (2018). Willingness to pay for smartphone apps facilitating sustainable crop protection. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(5).
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-018-0532-4>
- Caja, G., Castro-Costa, A., & Knight, C. H. (2016). Engineering to support wellbeing of dairy animals. *Journal of Dairy Research*, 83(2), 136–147.
https://www.researchgate.net/publication/303499298_Engineering_to_support_wellbeing_of_dairy_animals
- 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*, 101(8), 7517–7530.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218305241>
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. *Modern Methods for Business Research*, January 1998, 295–336.
https://www.researchgate.net/publication/311766005_The_Partial_Least_Squares_Approach_to_Structural_Equation_Modeling
- Dane. (2015). *Sostenibilidad Ambiental en las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA)*. 60.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(September), 319–340.
https://www.jstor.org/stable/249008?seq=1#page_scan_tab_contents
- 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*, 10(12), 4651–4662. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-0845-9>
- Dehnen-Schmutz, K., Foster, G. L., Owen, L., & Persello, S. (2016). Exploring the role of smartphone technology for citizen science in agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0359-9>

- Deichmann, U., Goyal, A., & Mishra, D. (2016). Will digital technologies transform agriculture in developing countries. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 47, 21–33. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/agec.12300>
- Edwards, J. P., Dela Rue, B. T., & Jago, J. G. (2015). Evaluating rates of technology adoption and milking practices on New Zealand dairy farms. *Animal Production Science*, 55(6), 702–709. <https://doi.org/10.1071/AN14065>
- Espinosa-Cristia, J. F., Feregrino, J., & Isla, P. (2019). Emerging, and old, dilemmas for food security in Latin America. *Journal of Public Affairs*, 19(3), e1999. <https://doi.org/10.1002/pa.1999>
- FAOSTAT. (2020). *No Title*. Ganadería Primaria. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>
- FEDEGAN. (2020). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. In *Federacion colombiana de ganaderos*. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>
- 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*, 103(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*. 80, 199–211. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X03001537>
- Folorunso, O., & Ogunseye, S. O. (2008). Applying an enhanced technology acceptance model to knowledge management in agricultural extension services. *Data Science Journal*, 7(March), 31–46. https://www.researchgate.net/publication/220390149_Applying_an_Enhanced_Technology_Acceptance_Model_to_Knowledge_Management_in_Agricultural_Extension_Services
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. <https://www.jstor.org/stable/3151312?seq=1>
- Freeze, R., Raschke, R. L., & Freeze, R. D. (2007). An Assessment of Formative and Reflective Constructs in IS Research. *Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)*, January. <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=ecis2007>

- Google. (2020). *Google Form*. https://www.google.com/intl/es-419_co/forms/about/
- Haenlein, M., & Kaplan, A. M. (2004). A Beginner's Guide to Partial Least Squares Analysis. *Understanding Statistics*, 3(4), 283–297. https://doi.org/10.1207/s15328031us0304_4
- 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 and Data Systems*, 117(3), 442–458. https://www.researchgate.net/publication/315910671_An_updated_and_expanded_assessment_of_PLS-SEM_in_information_systems_research
- Hundleby, J. D., & Nunnally, J. (1994). Psychometric Theory. *American Educational Research Journal*, 5(3), 431. <https://www.jstor.org/stable/1161962?seq=1>
- Jimenez, I. A. C., García, L. C. C., Violante, M. G., Marcolin, F., & Vezzetti, E. (2021). Commonly used external tam variables in e-learning, agriculture and virtual reality applications. *Future Internet*, 13(1), 1–21. <https://www.mdpi.com/1999-5903/13/1/7>
- 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*, 131(October 2017), 253–261. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162517317894#:~:text=Mobile phones are not very,however%2C is popular amongst traders.&text=With the popularity of the,value chain can be connected.>
- Khanal, A. R., Gillespie, J., & MacDonald, J. (2010). Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. *Journal of Dairy Science*, 93(12), 6012–6022. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3425>
- King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information and Management*, 43(6), 740–755. <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.05.003>
- Lamberti, G., Banet Aluja, T., & Sanchez, G. (2017). The Pathmax approach for PLS path modeling: Discovering which constructs differentiate segments. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 33(6), 674–689. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asmb.2270>
- 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*, 50(5), 1213–1218. <https://doi.org/10.1080/00288230709510404>

- Lio, M., & Liu, M. C. (2006). ICT and agricultural productivity: Evidence from cross-country data. *Agricultural Economics*, 34(3), 221–228. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00120.x>
- MADR, M. de A. y D. rural. (2012). *Res. 000017 de 2012.pdf*. https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res_000017_de_2012.pdf
- Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0348-1>
- Michels, M., Bonke, V., & Musshoff, O. (2019). Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management. *Journal of Dairy Science*. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)30647-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)30647-2/fulltext)
- Múnera-Bedoya, O., Cassoli, L. D., Olivera, M., & Cerón, M. (2018). Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico Characterization of dairy farms with mechanical milking in Antioquia , Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 30(May). <http://www.lrrd.org/lrrd30/5/ceron30086.html>
- 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 (Switzerland)*, 9(10), 1–16. https://www.researchgate.net/publication/320261228_Determinants_of_the_Acceptance_of_Sustainable_Production_Strategies_among_Dairy_Farmers_Development_and_Testing_of_a_Modified_Technology_Acceptance_Model
- 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(January), 123–135. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0743016717304825>
- Pongnumkul, S., Chaovalit, P., & Surasvadi, N. (2015). Applications of smartphone-based sensors in agriculture: A systematic review of research. *Journal of Sensors*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/195308>
- Rialti, R., Marzi, G., Silic, M., & Ciappei, C. (2018). Ambidextrous organization and agility in big data era: The role of business process management systems. *Business Process Management*

- Journal*, 24(5), 1091–1109. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2017-0210>
- Ringle, C. M., Wende, Sven, Becker, & Jan-Michael. (2015). *SmartPLS 3* (No. 3). <http://www.smartpls.com>
- 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*, 149(October), 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.009>
- Ruiz, 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*, 15(1), 147–155. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.812>
- Sanchez, G. (2013). PLS Path Modeling with R. In *R Package Notes* (p. 235). http://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*, 165(August 2017), 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.015>
- Sharifzadeh, M. S., Damalas, C. A., Abdollahzadeh, G., & Ahmadi-Gorgi, H. (2017). Predicting adoption of biological control among Iranian rice farmers: An application of the extended technology acceptance model (TAM2). *Crop Protection*, 96, 88–96. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219417300236>
- StataCorp. (2019). *Stata Statistical Software: Release 16* (College station). <https://www.stata.com/>
- Team, R. (2020). *RStudio: Integrated Development Environment for R* (Rstudio). <http://www.rstudio.com/>
- UPRA. (2020a). Línea Base de Indicadores. *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*, 1–46. https://www.upra.gov.co/documents/10184/124468/20200820_PPT_Linea_BaseLactea.pdf/c663c6a8-356e-42b4-aa3a-8bba8ab76dab
- UPRA. (2020b). *Principales desafíos análisis situacional cadena láctea Colombiana*. https://www.upra.gov.co/documents/10184/124468/20200820_PPT_Analisis_Situacional_CadenaLactea.pdf/415b9312-a13b-4061-84f5-fd83c1b48dbc
- UPRA. (2020c). *Prospectiva 2039 Cadena Láctea*. https://www.upra.gov.co/documents/10184/124468/20200831_PPT_ProspectivaGA.VF.pdf

3bf1576d-412c-4a20-854c-1dd86a741542

- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186. https://www.researchgate.net/publication/227447282_A_Theoretical_Extension_of_the_Technology_Acceptance_Model_Four_Longitudinal_Field_Studies
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- 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*, 126(September 2016), 207–216. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162516303316>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- 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*, 10(2). https://www.researchgate.net/publication/282559598_A_Test_of_the_Technology_Acceptance_Model_for_Understanding_the_ICT_Adoption_Behavior_of_Rural_Young_Entrepreneurs