



Revista Venezolana de Gerencia





Innovación tecnológica: Escala de medida para agronegocios

Arosa Carrera, Charles R.*
Dakduk, Silvana**
Chica Mesa, Juan Carlos***

Resumen

La Innovación tecnológica ha sido estudiada desde diferentes perspectivas y actores, pues esto permite comprender las dinámicas que se dan principalmente desde los territorios por parte de las organizaciones agrícolas en países latinoamericanos. Dado lo anterior, el propósito de la investigación es proporcionar una escala de medida que pueda ser aplicada en los productores agrícolas en los contextos hispanoamericanos, los cuales han evidenciado a nivel empresarial particularidades socioculturales. Para tal fin, se seleccionó una escala que abordara el constructo de la innovación tecnológica, principalmente tomando como referencia conceptual el manual de Oslo versión 2018 y tomando como referencia los cambios tecnológicos hacia una sociedad del conocimiento que incide también en el sector agrícola. Las escalas seleccionadas fueron adaptadas y validadas en su contenido por un panel de expertos, y estadísticamente a través de un análisis factorial confirmatorio por medio de ecuaciones estructurales por el método de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM), con la ayuda del Software SmartPLS3. Los resultados permitieron evaluar tres modelos de medida, de los cuales se pudo concluir, que la escala bidimensional es la óptima para medir la innovación tecnológica en el contexto de los productores agrícolas.

Palabras clave: innovación tecnológica; agronegocios; escala de medida; procesos; producto.

Recibido: 23.06.22

Aceptado: 19.01.22

* PhD (C). Profesor adscrito a la Escuela de Administración y Negocios. Universidad de los Llanos. Facultad de Administración. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Colombia. Autor para correspondencia. Correo electrónico: carosa@unal.edu.co; carosa@unillanos.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7098-5226>

** PhD. Profesora adscrita al Departamento de Marketing. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela. Y Universidad de los Andes. Colombia. Correo electrónico: sm.dakduk@uniandes.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4700-5354>

*** PhD. Profesor adscrito a la Facultad de Administración, Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Colombia. Correo electrónico: jchicam@unal.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7975-1303>

Technological innovation: Measurement scale for agribusiness

Abstract

Technological innovation has been studied from different perspectives and actors, as this allows us to understand the dynamics that occur mainly from the territories by agricultural organizations in Latin American countries. Given the above, the purpose of the research is to provide a measurement scale that can be applied to agricultural producers in Hispanic-American contexts, which have evidenced sociocultural particularities at the business level. To this end, a scale was selected that addressed the construct of technological innovation, mainly taking the Oslo manual version 2018 as a conceptual reference and taking as a reference the technological changes towards a knowledge society that also affects the agricultural sector. The selected scales were adapted and validated in their content by a panel of experts, and statistically through a confirmatory factorial analysis through structural equations by the method of partial least squares (PLS-SEM), with the help of SmartPLS3 Software. The results allowed the evaluation of three measurement models from which it was possible to conclude that the two-dimensional scale is the optimal one to measure technological innovation in the context of agricultural producers.

Keyword: technological innovation; agribusiness; measurement scale; process, Product.

1. Introducción

La literatura científica sobre escalas de medida para la innovación tecnológica en los agronegocios para la producción de alimentos es escasa si se compara con el sector industrial, situación que en las últimas décadas ha sido abordada, generándose avances importantes que han permitido superar el rezago con respecto a otros sectores (Aguilar et al, 2020; Rugeles et al, 2013). Desde principios del presente siglo se han identificado estudios sectoriales de relevancia que miden los comportamientos de la innovación en las

organizaciones que procesan y fabrican productos agroalimentarios, pero no que se enfoque en medir la innovación tecnológica en los agronegocios que se dedican específicamente a la producción agrícola (Avermaete et al, 2004; Bogliacino et al, 2012; Jaramillo et al, 2001; Lucendo-Monedero, 2007; Peirano y Olaya, 2007).

Por tanto, la presente investigación tuvo como propósito, proponer una escala de medida que se adapte mejor al contexto rural latinoamericano, la cual determine el nivel de innovación tecnológica en un agronegocio, con el fin de

poder diagnosticar la situación real en la ruralidad y servir de guía en la implementación de acciones y políticas que permitan superar la brecha tecnológica en el sector agrícola. Para tal fin, se hace necesario tener como referencia el concepto aportado en la última revisión por el Manual de Oslo, donde se considera la innovación como la introducción en la organización de nuevos o mejorados productos o procesos (OECD/Eurostat, 2018); que en lo referente al sector de los Agronegocios tiene como campo de aplicación, aquellas actividades relacionadas principalmente con la producción de alimentos, lo cual involucra diversas operaciones que son necesarias para asegurar el eficiente abastecimiento de una población (Clay, Mac y Feeney, 2019).

La literatura científica diferencia los tipos de innovación en "tecnológica" y "no tecnológica", según su adopción de nuevas ideas o comportamientos a través de la mediación tecnológica (Damanpour et al, 2018; OECD, 2005); sin embargo, el concepto de innovación moderno que propone el Manual de Oslo aborda de forma conjunta estas dos categorías, sugiriendo que toda innovación per se es tecnología (OECD/Eurostat, 2018). Por otro lado, la visión sistémica de la innovación tecnológica en los agronegocios ha sido considerada interdependiente del contexto donde la organización se desarrolla, afectada por diferentes actores, entre ellos con quienes sostienen relaciones comerciales (Arosa-Carrera, y Chica-Mesa, 2020 y 2021; Carpio-Gallegos y Miralles, 2021; Morales et al, 2013) ubicándola en un enfoque de redes de conocimiento donde el productor es el principal responsable y beneficiario de los cambios tecnológicos en el sector de los Agronegocios, lo cual resalta el papel

protagónico de los territorios donde se mide el nivel de innovación.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones conceptuales, se seleccionó como escala de medida a ser adaptada, la propuesta realizada por Turulja y Bajgorić (2018); un constructo basado en los aportes realizados por Mavondo et al, (2005) donde la innovación tecnológica se aborda desde la organización misma y es considerada de forma bidimensional, conformada por dos variables, la innovación en procesos y la innovación en producto, de acuerdo a lo sugerido por el manual de Oslo 2018. A partir de la escala de medida seleccionada, se realizó la traducción al lenguaje de aplicación del terreno de investigación, en este caso el español, y su adaptación semántica a los agronegocios de producción agrícola. Lo anterior con el fin de evaluar de forma empírica la escala a través del análisis de su fiabilidad y validez estadística.

2. Escalas de medición adaptada al contexto agrícola

Las escalas de medición deben adaptarse al contexto agrícola, con el fin de garantizar su aplicabilidad y replicabilidad. En este sentido, se toma como referente el constructo de innovación en procesos y producto propuesto por Turulja y Bajgorić (2018) y se realizan los siguientes pasos con apoyo del software SmartPLS3 (Ringle et al, 2015):

- **Adaptación de las escalas al contexto de aplicación:** La muestra representada por productores agrícolas tienen como única lengua el español. Los ítems fueron adaptados teniendo como referente los agronegocios.
- **Análisis de validez de contenido:**

La adaptación y validación de contenido se realizó con la ayuda de un panel de expertos (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008; García et al, 2009). Cada uno de los ítems fue sometido a un análisis de suficiencia, coherencia, relevancia y claridad. Para tal fin, se aplicó un instrumento que permitió observar el grado de concordancia entre los expertos y establecer el coeficiente de validez de contenido (CVC), el cual debe ser mayor a 0,8 (Hernandez-Nieto, 2002).

- **Aplicación empírica en el terreno de investigación:** Después de validada de contenido la escala, se seleccionó una muestra de 110 productores agrícolas, con el fin de establecer estadísticamente la confiabilidad y validez para evaluar los modelos de medida. La muestra se estableció según los requerimientos en el uso de la técnica de mínimos cuadrados parciales con el software SmartPLS3 (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010).
- **Determinación del Modelo de Medida:** Se plantean tres modelos de medida a partir de los 8 ítems observables; el primero, corresponde a una sola variable latente denominada Innovación tecnológica con dos ítems observables, los cuales son: la innovación en producto y la innovación en proceso, resultado del promedio de los ítems correspondientes a cada categoría; el segundo modelo, también presenta una sola variable latente denominada innovación tecnológica, pero con 8 ítems observables, correspondiendo 4 a la escala de innovación de producto y 4 a la escala de innovación

de procesos; y, como tercero y último, se propone un concepto bidimensional de la innovación tecnológica, conformado por dos variables latentes, la innovación en producto y en procesos, cada una con 4 ítems observables.

- **Análisis de confiabilidad y validez del constructo por modelo:** Para determinar la fiabilidad, se usó el coeficiente de Alpha de Cronbach, el rho_A y la fiabilidad compuesta, estos indicadores se miden de 0.0 a 1.0 y se aceptan cuando son iguales o mayores a 0.7 (Leguina, 2015) by Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt, provides a concise yet very practical guide to understanding and using PLS structural equation modeling (PLS-SEM. De igual forma, se realizó a través de un análisis factorial confirmatorio la validez convergente de los ítems, usando dos índices, el primero por medio de la observación de las cargas externas, cuyos indicadores deben estar por encima de 0.4 y el segundo a través de la varianza promedio extraída (AVE), cuyo resultado debe ser superior a 0.5 (Leguina, 2015) by Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt, provides a concise yet very practical guide to understanding and using PLS structural equation modeling (PLS-SEM. Los criterios anteriores, en especial las cargas factoriales deben tener significancia estadística, por tanto, se hace necesario determinar dicho indicador a través de la técnica de bootstrapping (muestra= 5000 veces; utilizando la opción sin cambio de signo);
- **Análisis de validez discriminante:** En los modelos de medida multidimensionales se requiere

evaluar la validez discriminante después de haber determinado de forma satisfactoria la consistencia interna, para tal fin, se usa la técnica PLS-SEM, a través del software Smartpls3 (Ringle et al, 2015). Para ello, se determinan tres técnicas; la primera, es el criterio de Fornell y Larcker, el cual se acepta, si la varianza compartida (R^2_{xy}) entre pares de constructos es menor que la varianza extraída para cada constructo individual (Fornell y Larcker, 1981); la segunda técnica, se realiza con un análisis de las cargas cruzadas, en el cual cada ítem debe cargar más al constructo al que pertenece, y por último se realiza la prueba de Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT), un indicador de preferencia en la técnica PLS, cuyos resultados deben estar por debajo de 0.90; en aquellos casos en que se presente un indicador mayor a este valor, se deberá revisar el intervalo de confianza del HTMT, por medio de la técnica bootstrapping, con una muestra= 5000 veces; utilizando la opción sin cambio de signo, el cual no puede contener el valor "1" (Henseler et al, 2015; Leguina, 2015) by Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt, provides a concise yet very practical guide to understanding and using PLS structural equation modeling (PLS-SEM).

3. Innovación en las organizaciones y la necesidad de su medición

La importancia de medir la innovación en una organización, radica en su estrecha relación con

la competitividad y su efecto en lo que respecta a su sostenibilidad y desarrollo (Giacosa et al, 2014; Martins et al, 2014; Santos et al, 2017), a pesar de su relevancia y la necesidad de homogenizar criterios para una comprensión universal, la medición de la innovación en la literatura es diversa y confusa, incluso en algunos casos contradictoria (Adams et al, 2006; Garcia y Calantone, 2002).

Aunque se han generado esfuerzos por converger conceptos y metodologías (OECD/Eurostat, 2018), estos tienden a ser guías optativas que soportan las múltiples escalas de medida, que justifican su existencia, dado a que su aplicación responde a perspectivas y contextos diferentes que inciden en la comprensión del concepto y aplicación de la innovación, por ejemplo, aquellas escalas que contribuyen a entender su desempeño (Fleuren et al, 2014; Saunila, 2017) o aquellas que miden la gestión o capacidad innovadora de la organización (Kühne et al, 2010; Melendez et al, 2019).

La medición de la innovación permite determinar en las organizaciones hasta qué punto es nominalmente innovadora; además de comprender cómo y dónde puede necesitar mejorar sus procesos (Adams et al, 2006), lo cual significa que una organización es capaz de gestionar el conocimiento y por ende incrementar su nivel de innovación (Acosta-Prado, Romero y Tafur-Mendoza, 2020), para tal fin, el análisis de la innovación y la posibilidad de hacer inferencias que conlleven a entender de forma universal las dinámicas del fenómeno, se vuelven de gran relevancia para la construcción y verificación de teorías aplicables a determinados sectores, como es el caso

de los Agronegocios.

A partir de la necesidad de medir la innovación, se observan dos tendencias; la primera, basada en métricas unidireccionales y la segunda, que se fundamenta en métricas múltiples; esta última, se caracteriza por ser más ambigua y fomentar la exploración (Brattström et al, 2018). Sin embargo, son las métricas multidimensionales las que permiten ajustar el concepto de innovación a determinado contexto o aplicación, permitiendo en el caso del sector de los Agronegocios, la construcción de instrumentos que reconozcan diversos impulsores que pueden generar un determinado nivel de innovación (Kafetzopoulos et al, 2020).

Las escalas de innovación que han evolucionado a diferentes contextos se han propuesto principalmente desde el sector industrial, lo cual es entendible ya que es este sector el que guarda mayor relación con el conocimiento tecnológico. Al contrario, el sector agrícola presenta un rezago al respecto que en los últimos años ha tratado de subsanar dada la relevancia que la producción agrícola ha generado, en parte por los procesos de trazabilidad que el nuevo consumo exige (Rugeles et al, 2013).

El constructo de innovación tecnológica en el sector agrícola, no difiere conceptualmente en su aplicación de otros sectores económicos; esto conlleva a la búsqueda de escalas que con el fin de poder aportar en su validez de contenido, guarden relación con la última revisión del Manual de Oslo, donde lo tecnológico es abordado de forma genérica desde la innovación misma, agrupando en su concepto, aquellas acciones que las organizaciones realizan en la adopción de procesos y productos nuevos o mejorados, los cuales difieren

significativamente de los utilizados anteriormente (OECD/Eurostat, 2018). La premisa anterior lleva a tomar como escala inicial la propuesta por Turulja y Bajgorić (2018), toda vez que contiene los ítems que dan cuenta de las actividades sobre la adopción de procesos y productos en la organización y su revisión es reciente.

4. Medición de la innovación: hacia una escala propia

En el sector agrícola se han estudiado las capacidades de innovación, que es importante diferenciar de los niveles de innovación que puede lograr una organización; pues algunas empresas con limitadas capacidades podrían ser innovadoras, sin desconocer que estos procesos son por lo menos desde la lógica altamente relacionados. En el caso de la producción agrícola el grado de novedad tiende a ser relativo; es decir, que depende del juzgamiento de cada productor el cual está influenciado por el contexto tecnológico; un ambiente que en el sector agrícola se manifiesta en un complejo proceso de intercambio de recursos altamente dependiente de los actores con los que el productor comparte el territorio (Aguilar-Gallegos et al, 2017; Barrera-Rodríguez et al, 2021).

La evolución de las escalas sobre innovación ha permitido a los investigadores mejores resultados en lo que respecta a los modelos de medida, por ejemplo la escala propuesta por Turulja y Bajgorić (2018), es una adaptación de la propuesta por Ellonen et al, (2008) en donde los autores adaptan los ítems y realizan una aplicación empírica a diferentes empresas con el fin

de demostrar la relación entre la gestión del conocimiento y los diferentes tipos de innovación. La escala propuesta por Turulja y Bajgorić (2018), no es aplicable a los agronegocios y no se encuentra en español, sin embargo sus indicadores a nivel de Alfa de Cronbach y AVE son óptimos para los propósitos de la presente investigación, cuyos resultados para la innovación en producto es 0.897; 0.691 y para la innovación en procesos de 0.867; 0.627 (Turulja y Bajgorić, 2018).

4.1. Validez de contenido de una escala

La validez de contenido de una escala debe ser revisada cuando cambia de contexto lingüístico, geográfico o de actores, pues su propósito no es otro que evaluar si el instrumento sigue representando el fenómeno que quiere medir (Comín, 1990; Koller et al, 2017). En este sentido, la validez de contenido se hace necesaria para la validación de un instrumento aplicado en una muestra diferente al contexto empírico original, debido principalmente a la equivalencia semántica que surgen por las traducciones y adaptaciones a contextos culturales diferentes al de su uso inicial, pese a que se halla comprobado su nivel de fiabilidad y concordancia (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008).

Los métodos para evaluar la validez de contenido varían de acuerdo con la complejidad de las dimensiones que

componen la escala. Sin embargo, es el juicio de expertos la forma más usada principalmente en las investigaciones sociales, lo cual es más conveniente en términos económicos y de tiempo que las validaciones empíricas (Ding y Hershberger, 2002). El juicio de expertos conformado por personas cuyo perfil les da la autoridad de interpretar los contextos de aplicación, sin perder de vista los constructos que soportan las definiciones; que traducidas en preguntas se encuentran en los instrumentos.

En este sentido, se conformó un panel conformado por 8 expertos los cuales han investigado o realizado consultorías en el campo de la innovación, los negocios y/o el sector agrícola o poseen experticia científica en psicometría. Los panelistas recibieron un instrumento de valoración compuesto por 4 dimensiones, los cuales permitieron medir la calidad del contenido en función de: Suficiencia, Coherencia, Relevancia y Claridad. Cada una de las dimensiones son calificadas por los expertos entre: (1) Deficiente, hasta (5) Excelente. Los expertos también colocaron de acuerdo con su calificación, si el ítem debía ser aceptado, ajustado o rechazado; por último, los panelistas podían hacer observaciones con el fin de mejorar los ítems. En la Tabla 1, se presentan los resultados de la aplicación y su respectivo CVC, de acuerdo al procedimiento recomendado por Hernández (2002).

Tabla 1
Coeficiente de validez de contenido (CVC)

	Ítem	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	ΣXi	Mx	CVCi	Pei	CVCtc	CVC
INPD	INPD1	20	20	19	18	20	20	20	20	157	7,85	0,98	5,96*10 ⁻⁸	0,98	Excelente
	INPD2	20	20	20	19	20	16	20	20	155	7,75	0,97	5,96*10 ⁻⁸	0,97	Excelente
	INPD3	20	19	18	19	18	16	20	20	150	7,50	0,94	5,96*10 ⁻⁸	0,94	Excelente
	INPD4	20	20	20	19	20	16	20	20	155	7,75	0,97	5,96*10 ⁻⁸	0,97	Excelente
INPC	INPC1	20	19	20	20	20	19	20	19	157	7,85	0,98	5,96*10 ⁻⁸	0,98	Excelente
	INPC2	20	20	20	20	20	15	20	18	153	7,65	0,96	5,96*10 ⁻⁸	0,96	Excelente
	INPC3	20	20	20	20	20	12	20	20	152	7,60	0,95	5,96*10 ⁻⁸	0,95	Excelente
	INPC4	20	20	20	20	20	12	20	20	152	7,60	0,95	5,96*10 ⁻⁸	0,95	Excelente

Fuente: Elaboración propia (2022). Innovación en Producto (INPD). Innovación en Procesos (INPC)

Cada uno de los ítems que conforman la nueva escala de la innovación tecnológica, registra un índice de CVC mayor o igual a 0,8, lo cual determina que los enunciados son válidos en lo que corresponde a la adaptación realizada a nivel de contexto. Por otro lado, los ajustes a partir de las

observaciones de los panelistas son en su mayoría correcciones gramaticales que permiten a juicio de los expertos mejor comprensión por parte de los potenciales encuestados. A continuación, se presenta en el cuadro 1, los ítems validados por el panel de expertos.

Cuadro 1
Ítems de la innovación tecnológica validada de contenido

COD	ÍTEM
INPD1	Nuestro agronegocio ha introducido al mercado más productos innovadores que los competidores durante los últimos 5 años.
INPD2	Los nuevos o mejorados productos de nuestro agronegocio son comúnmente percibidos por los clientes como novedosos e innovadores.
INPD3	Nuestro agronegocio es con frecuencia, el primero en el mercado en introducir nuevos o mejorados productos.
INPD4	Nuestro agronegocio ha registrado un crecimiento en la introducción al mercado de nuevos o mejorados productos en los últimos 5 años.

Cont... Cuadro 1

INPC1	En nuestro agronegocio los procesos están en constante mejora.
INPC2	En los últimos 5 años, en nuestro agronegocio hemos desarrollado nuevos procesos.
INPC3	Cuando surge un problema y no puede ser resuelto con los métodos tradicionales, las personas que hacen parte de nuestro agronegocio inventan nuevos métodos.
INPC4	Nuestro agronegocio cambia o ajusta sus procesos productivos con más rapidez que sus competidores.

Fuente: Elaboración propia (2022).

4.2. Evaluación de los modelos de medida

Para evaluar el modelo de medida fue necesario realizar una selección de productores agrícolas a los cuales se les aplicó un instrumento conformado por los ítems validados en su contenido, tomando como respuestas una escala de diferencial semántico de 7 puntos, tipo Likert, que va de 1 al 7, donde, 1-Totalmente en Desacuerdo, significa que el enunciado es completamente falso y 7-Totalmente de Acuerdo, significa que el enunciado se ajusta completamente a su realidad.

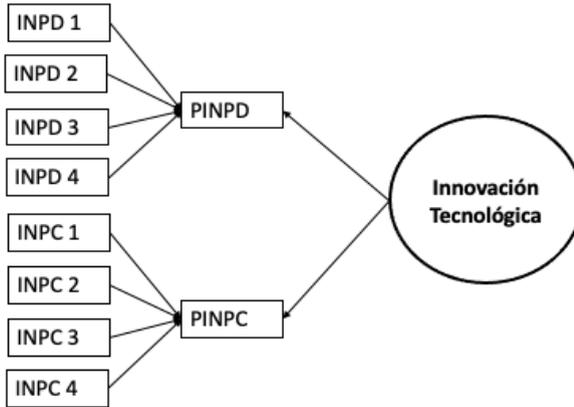
La muestra contó con 110 productores agrícolas; esta base de datos permitió de forma empírica realizar las diferentes evaluaciones de los modelos de medida, con el fin de seleccionar los que mejor explican

la innovación tecnológica. A partir de la muestra, como referente empírico para evaluar las escalas de medida, se presentan tres propuestas de modelos para la innovación tecnológica, tomando como referente los ítems validados por los expertos. A continuación, se explican cada uno de ellos.

4.2.1. Modelo de medida 1

El modelo de medida 1, representado en el gráfico 1, es una escala unidimensional compuesta por dos variables observables, la primera es resultado del promedio de las observaciones cuyos ítems se relacionen directamente con los cambios que el productor agrícola realiza en sus procesos y la segunda con los ítems cuyo propósito es el observar el desarrollo de nuevos productos hacia el mercado.

Gráfico 1
Modelo de medida innovación tecnológica 1



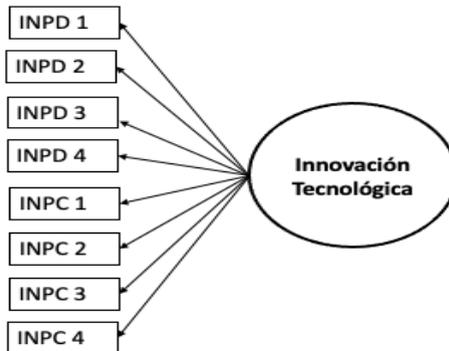
Fuente: Elaboración propia (2022).

4.2.2. Modelo de medida 2

En el gráfico 2, se presenta el modelo de medida 2, el cual es unidimensional. Sin embargo, a diferencia del modelo 1, la innovación tecnológica es el resultado de diversas

variables observables, las cuales son el reflejo de acciones que los productores agrícolas realizan específicamente en lo que respecta a la implementación de nuevos procesos y/o desarrollo de nuevos productos.

Gráfico 2
Modelo de medida innovación tecnológica 2



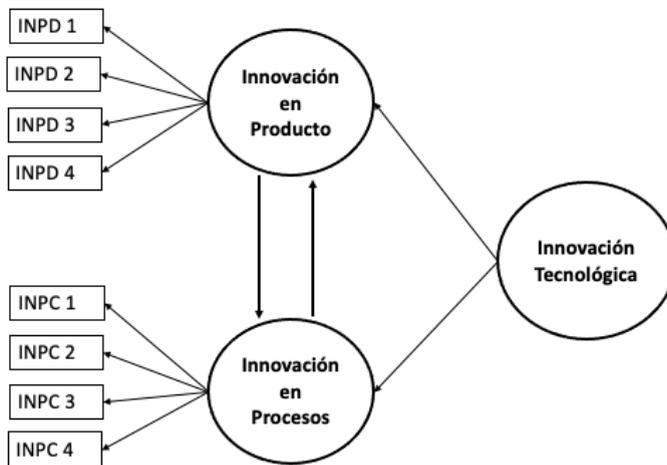
Fuente: Elaboración propia (2022).

4.2.3. Modelo de medida 3

El gráfico 3, muestra el modelo de medida 3, el cual parte del supuesto de que la innovación tecnológica es un concepto bidimensional, que está conformado por la innovación en procesos y la innovación en producto. Aunque cada una de las dimensiones poseen una escala independiente, se

entiende que guardan una alta relación entre ellas, ya que pertenecen al mismo constructo. Su análisis conjunto conlleva a entender cómo los productores agrícolas obtienen un determinado nivel de innovación tecnológica, reflejado en la implementación de nuevos procesos en la organización o el desarrollo de nuevos productos hacia el mercado.

Gráfico 3
Modelo de medida innovación tecnológica 3



Fuente: Elaboración propia (2022).

Con el fin de evaluar si las variables observables miden correctamente los conceptos teóricos que para el caso es la variable latente “Innovación tecnológica”; se debe asegurar que las medidas cuenten con la validez y fiabilidad antes de realizar análisis relacionales con otros constructos. En este sentido, se

examinan cada uno de los modelos de medida propuestos.

4.3. Fiabilidad y validez del constructo

La evaluación de la consistencia o fiabilidad interna de los indicadores

determina si la variable observable está midiendo la variable latente a la que representa. Para desarrollar esta evaluación tendremos en cuenta tres criterios; 1) El Coeficiente Alpha de Cronbach; 2) rho_A y; 3) Fiabilidad compuesta (pc) del constructo. Dentro de los criterios de evaluación se dará mayor relevancia a los resultados de la fiabilidad compuesta (pc) del constructo, ya que a diferencia de los otros dos, este parte de que las cargas factoriales no son iguales a la unidad y por ende utiliza las reales de cada ítem; además, que no se ve influenciada por el número de ítems de la variable latente (Fornel y Larcker, 1981). Sin embargo, independientemente del criterio utilizado, el indicador de aceptación es 0.7, en etapas tempranas de investigación

y en un nivel más estricto 0.8, en la investigación básica (Leguina, 2015). En la tabla 3, se muestran los resultados de los indicadores de fiabilidad interna de cada uno de los modelos de medida a evaluar.

De igual forma en la tabla 2, se presentan los resultados de la validez convergente, la cual indica si un conjunto de ítems mide el constructo al que pertenecen y no otro concepto distinto. Este procedimiento se realiza a través de la varianza extraída media (AVE) y los resultados para ser aceptados deben ser iguales o mayores a 0.5, lo cual permite interpretar que por lo menos el indicador explica el 50% del constructo, siendo el resto de la varianza el error de medida (Fornell y Larcker, 1981).

Tabla 2
Indicadores de fiabilidad interna y validez convergente del constructo

Modelo de Medida	Alfa de Cronbach	rho_A	Fiabilidad compuesta	Varianza extraída media (AVE)	
Modelo 1 (Unidimensional)	0.108	-0.127	0.052	0.473***	
Modelo 2 (Unidimensional)	0.867***	0.876***	0.895***	0.518***	
Modelo 3 (Bidimensional)	Innovación en Procesos	0.773***	0.785***	0.854***	0.595***
	Innovación en Producto	0.853***	0.855***	0.901***	0.695***

***p<0,001; **p<0,01; * p<0,05

Fuente: Elaboración propia (2022), a partir de los resultados en SmartPLS3

El modelo 1, presenta indicadores a nivel de fiabilidad y validez por debajo de los rangos aceptables, esto conlleva a descartarlo como modelo de medida, primero porque sus ítems no miden realmente el constructo y segundo porque el conjunto de ítems no representa dicho constructo, además

que dicha varianza de los indicadores no alcanza a explicar el 50% del constructo innovación tecnológica. Al contrario, los modelos 2 y 3 presentan resultados aceptables, concluyendo de forma preliminar que las escalas de medida poseen consistencia interna y explican en más del 50% el constructo al que

pertenece.

Con el fin de complementar el análisis de fiabilidad y dado que los constructos son reflectivos, se observan las cargas externas, la cual consiste en determinar las correlaciones simples de cada indicador con su respectivo constructo. Este indicador es aceptado si su resultado supera el umbral de 0.707 (Carmines y Zeller, 1979); sin embargo,

se pueden considerar en el desarrollo de escalas iniciales o adaptaciones, cargas cuyo resultado sean mayores a (0,5) (Bagozzi, 1988; Leguina, 2015) by Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt, provides a concise yet very practical guide to understanding and using PLS structural equation modeling (PLS-SEM). En la tabla 3, se presentan las cargas factoriales del modelo 2 y 3.

Tabla 3
Cargas Externas de los modelos de medida seleccionados

Cargas Externas	Modelo 2	Modelo 3	
	Innovación tecnológica	Innovación en Procesos	Innovación en Producto
INPC1	0.681***	0.823***	
INPC2	0.731***	0.802***	
INPC3	0.641***	0.772***	
INPC4	0.652***	0.682***	
INPD1	0.772***		0.842***
INPD2	0.770***		0.857***
INPD3	0.712***		0.797***
INPD4	0.784***		0.836***

*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia (2022), a partir de los resultados en SmartPLS3.

El modelo 3, presenta un mejor resultado con respecto al modelo de medida 2, en lo que respecta a las cargas factoriales por ítem, ubicándose la mayoría por encima de (0,8). En los modelos de medida se presentan indicadores menores al criterio propuesto por Carmines y Zeller; a pesar de ello, los índices están sobre 0.6, lo cual en el desarrollo de escalas iniciales o en otros contextos, como es

el caso de la presente investigación es aceptable (Chin, 1998); aún más, cuando el indicador es relevante en el aporte del constructo al que pertenece y suprimirlo no genera una mejoría en los indicadores de fiabilidad y validez convergente. En este mismo análisis se debe observar que las cargas factoriales tengan un nivel de significancia en un rango $p < 0,05$; lo cual se cumple tanto para el modelo 2 como para el modelo 3,

confirmando la validez convergente de las medidas analizadas.

4.4. Validez discriminante

Dado que el modelo 3 es multidimensional, conformado por dos variables latentes; la primera, la innovación en procesos y la segunda, la innovación en producto, cada una con 4 ítems; esta característica hace que sea necesario evaluar los criterios de validez discriminante.

Para determinar la validez discriminante se desarrollan tres pruebas; la primera, es el criterio clásico de Fornell-Larcker, el cual indica que las correlaciones entre los constructos tienen que ser menores a la raíz cuadrada del AVE correspondiente (Fornell y Larcker, 1981). En la tabla 4, se puede observar que se cumple el criterio que permite determinar la existencia de validez discriminante entre la innovación en procesos y en producto.

Tabla 4
Criterio de Fornell-Larcker –
Modelo 3

Dimensiones	Innovación en Procesos	Innovación en Producto
Innovación en Procesos	0.772	
Innovación en Producto	0.618	0.833

Fuente: Elaboración propia (2022), a partir de los resultados en SmartPLS3.

Como segundo análisis, está el de cargas cruzadas, en el cual se debe observar si cada uno de los indicadores

tiene las cargas más altas en el constructo al que pertenece y no en otro. En la tabla 5, se muestran los resultados comparando las variables latentes, innovación en procesos e innovación en producto, donde cada una de las cargas factoriales de los indicadores son mayores en su correspondiente constructo, reafirmando el cumplimiento de la validez discriminante.

Tabla 5
Cargas cruzadas – Modelo 3

Ítems	Innovación en Procesos	Innovación en Producto
INPC1	0.823	0.457
INPC2	0.802	0.570
INPC3	0.772	0.430
INPC4	0.682	0.425
INPD1	0.536	0.842
INPD2	0.522	0.857
INPD3	0.485	0.797
INPD4	0.516	0.836

Fuente: Elaboración propia (2022), a partir de los resultados en SmartPLS3.

Por último, encontramos el criterio HTMT, de preferencia para determinar la validez discriminante The partial least squares (PLS). Según este indicador, los coeficientes deben estar por debajo del punto conservador 0,90 (Santi, García y Saenz, 2018). En la tabla 6, encontramos que el indicador cumple con el criterio de aceptación, en el cual se puede concluir que hay validez discriminante entre la innovación en procesos y la innovación en producto.

Tabla 6
Heterotrait-Monotrait Ratio
(HTMT) – Modelo 3

Dimensiones	Innovación en Procesos	Innovación en Producto
Innovación en Procesos		
Innovación en Producto	0,751	

Fuente: Elaboración propia (2022), a partir de los resultados en SmartPLS3.

5. Conclusiones

El constructo de innovación tecnológica de acuerdo a la última revisión del Manual de Oslo, es abordado desde la innovación misma, agrupando en su concepto las acciones que las organizaciones realizan en lo que respecta a la adopción de procesos y productos nuevos o mejorados que difieren significativamente de los ya utilizados, al contener los ítems que dan cuenta de las actividades sobre la adopción de nuevos procesos y productos se constituyó en la escala base del presente estudio, con el fin de establecer a partir de ella una escala propia para la medición de la innovación tecnológica en los agronegocios de producción agrícola, principalmente en los contextos hispanoamericanos. En tal sentido, los resultados de los indicadores adaptados permiten concluir que los nuevos ítems poseen capacidad comprensiva en lo que respecta a la medición del constructo de innovación tecnológica en aquellos estudios que tengan como objeto de investigación los productores agrícolas en países de habla hispana.

Los resultados de la evaluación

estadística de los modelos de medida propuestos a partir de los nuevos indicadores en cuanto a la fiabilidad y validez del constructo, destacan la aproximación bidimensional que representa el modelo 3, de tal forma, que sus indicadores agrupados por dimensión facilitan la comprensión de las innovaciones que realiza el cultivador a nivel tecnológico, lo cual, de acuerdo con los propósitos del investigador, permite generar las acciones que potencialicen cada una de las dimensiones evaluadas, es decir con respecto a procesos y producto, con el fin de obtener un mayor nivel de innovación tecnológica en la organización y traducir estos resultados al mejoramiento de la competitividad en el sector agrícola. La escala seleccionada también permite observar en los productores su percepción hacia la innovación y establecer su nivel de acuerdo con las innovaciones adoptadas en los últimos años con relación a sus clientes y otros productores. Estos indicadores proporcionan un diagnóstico general de la innovación tecnológica en los agronegocios con respecto al territorio y el mercado.

Por último, el modelo bidimensional de la escala de medida de la innovación tecnológica adaptado al contexto de los productores agrícolas se constituye en parte de los modelos teóricos y metodológicos para futuras investigaciones, cuyo objeto sea el evaluar los efectos entre la innovación tecnológica y otras variables que requieren ser estudiadas en el sector agrícola.

Referencias bibliográficas

Acosta-Prado, J. C., Romero Severiche, A. K., y Tafur-Mendoza, A. A. (2020). Conditions of knowledge

- management, innovation capability and firm performance in Colombian NTBFs: A measurement scale. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*. <https://doi.org/10.1108/VJKMS-09-2019-0142>
- Adams, R., Bessant, J., y Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews*, 8(1), 21–47. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2006.00119.x>
- Aguilar Ávila, J., Martínez-González, E.G., Aguilar-Gallegos, N., & Altamirano Cárdenas, J.R. (2020). *Análisis de procesos de innovación en el sector agroalimentario y rural. Metodologías y herramientas para la investigación V8*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E., y Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de Redes Sociales: Conceptos Claves y Cálculo de Indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). <https://www.redinnovagro.in/pdfs/indicadores.pdf>
- Arosa-Carrera, C., y Chica-Mesa, J. C. (2020). La innovación en el paradigma del marketing relacional. *Estudios Gerenciales*, 114–122. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3494>
- Arosa-Carrera, C., y Chica-Mesa, J. C. (2021). Relaciones comerciales y su impacto en la innovación. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(Especial 6), 607–626. <https://doi.org/https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e6.37>
- Avermaete, T., Viaene, J., Morgan, E. J., Pitts, E., Crawford, N., y Mahon, D. (2004). Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms. *Trends in Food Science and Technology*, 15(10), 474–483. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.04.005>
- Bagozzi, R. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 16(1), 74–94. <https://doi.org/10.1007/BF02723327>
- Barrera-Rodríguez, A., Ramírez-García, A. G., Cuevas-Reyes, V., y Espejel-García, A. (2021). Modelos de innovación en la producción de café en la Sierra Norte de Puebla-México. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(Especial 3), 443–458. <https://doi.org/10.31876/RCS.V27I.36530>
- Bogliacino, F., Perani, G., Pianta, M., y Supino, S. (2012). Innovation and Development: The Evidence From Innovation Surveys. *Latin American Business Review*, 13(3), 219–261. <https://doi.org/10.1080/10978526.2012.730023>
- Brattström, A., Frishammar, J., Richtner, A., y Pflueger, D. (2018). Can innovation be measured? A framework of how measurement of innovation engages attention in firms. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 48, 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.04.003>
- Carmines, E. G., y Zeller, R. A. (1979). *Reliability and validity assessment*. SAGE Publications, Inc.
- Carpio-Gallegos, J. Del, y Miralles, F. (2021). El impacto de redes de colaboración en la innovación tecnológica en empresas. *Retos*, 11(22), 315–331. <https://doi.org/10.17163/RET.N22.2021.08>
- Castellano, N., y Díaz, B. (2016). Information and communication technologies in knowledge society. *Revista Científica Electrónica de*

- Negocios, 16(47), 5–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4765991>
- Chin, W. (1998). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 22(1). <https://www.scp-us.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3byscp=0002042337y-origin=inward>
- Clay, P. Mac, y Feeney, R. (2019). Analyzing agribusiness value chains: A literature review. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(1). <https://doi.org/10.22434/IFAMR2018.0089>
- Comín Bertrán, E. (1990). Validation of questionnaires. *Atencion Primaria / Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria*, 7(5), 386–390. [https://doi.org/10.1016/s2173-5743\(09\)70115-7](https://doi.org/10.1016/s2173-5743(09)70115-7)
- Damanpour, F., Sanchez-Henriquez, F., y Chiu, H. H. (2018). Internal and External Sources and the Adoption of Innovations in Organizations. *British Journal of Management*, 29(4), 712–730. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12296>
- Ding, C. S., y Hershberger, S. L. (2002). Assessing content validity and content equivalence using structural equation modeling. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 283–297. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_7
- Ellonen, R., Blomqvist, K., y Puumalainen, K. (2008). The role of trust in organisational innovativeness. *European Journal of Innovation Management*, 11(2), 160–181. <https://doi.org/10.1108/14601060810869848>
- Escobar-Pérez, J., y Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Av En Medición.*, 6, 27-36.
- Fleuren, M. A. H., Paulussen, T. G. W. M., Dommelen, P., y Buuren, S. V. (2014). Towards a measurement instrument for determinants of innovations. *International Journal for Quality in Health Care*, 26(5), 501–510. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzu060>
- Fornell, C., y Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- García Delgado, P., Gastelurrutia Garralda, M. Á., Baena Parejo, M. I., Fisac Lozano, F., y Martínez Martínez, F. (2009). Validación de un cuestionario para medir el conocimiento de los pacientes sobre sus medicamentos. *Atencion Primaria*, 41(12), 661–668. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2009.03.011>
- García, R., y Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: A literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 110–132. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(01\)00132-1](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(01)00132-1)
- Giacosa, E., Giachino, C., Bertoldi, B., y Stupino, M. (2014). Innovativeness of ceretto aziende vitivinicole: A first investigation into a wine company. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(4), 223–236.
- Henseler, J., Ringle, C. M., y Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Hernandez-Nieto, R. (2002). *Contributions to Statistical Analysis:*

- The Coefficients of Proportional Variance, Content Validity and Kappa*. CreateSpace Independent Publishing Platform. https://books.google.com.co/books?id=yk_2PAAACAAJ
- Jaramillo, H., Lugones, G., y Salazar, M. (2001). Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Ricyt, Oea, Cyted, Colciencias/Ocyt, 99. <http://www.ricyt.org/manuales/doc-view/5-manual-de-bogota>
- Kafetzopoulos, D., Vouzas, F., y Skalkos, D. (2020). Developing and validating an innovation drivers' measurement instrument in the agri-food sector. *British Food Journal*, 122(4), 1199–1214. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2019-0721>
- Kerlinger, F. N., y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill.
- Koller, I., Levenson, M. R., y Glück, J. (2017). What do you think you are measuring? A mixed-methods procedure for assessing the content validity of test items and theory-based scaling. *Frontiers in Psychology*, 8, 126. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00126>
- Kühne, B., Lefebvre, V., Vermeire, B. and, y Gellynck, X. (2010). Measuring innovation capacity in the agrifood sector: from single companies to value chains. *Journal on Chain and Network Science*, 10(3), 145–157. <https://doi.org/10.3920/JCNS2010.x185>
- Leguina, A. (2015). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). *International Journal of Research y Method in Education*, 38(2), 220–221. <https://doi.org/10.1080/1743727x.2015.1005806>
- Lucendo-Monedero, A. (2007). *Cadenas productivas e innovación en el marco territorial Andaluz*. Andalucía ed. https://www.juntadeandalucia.es/empleoformacionytrabajoautonomo/ces/adjuntos/publicaciones/1_1499_cadenas_productivas.pdf
- Martins, H. C., De Muylder, C. F., Lopes, C. A., y La Falce, J. (2014). Os impactos da difusão tecnológica na bovinocultura leiteira: Um estudo dos integrantes da cadeia agroindustrial do leite em um município de Minas Gerais. *Ciencia Rural*, 44(6), 1141–1146. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000600030>
- Melendez, K., Dávila, A., y Melgar, A. (2019). Literature review of the measurement in the innovation management. *Journal of Technology Management and Innovation*, 14(2), 81–87. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000200081>
- Morales, M. E., Ortiz Riaga, C., y Arias Cante, M. A. (2013). Factores determinantes de los procesos de innovación: una mirada a la situación en Latinoamérica. *Revista EAN*, 72, 148. <https://doi.org/10.21158/01208160.n72.2012.573>
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. In Handbook of Innovation Indicators and Measurement. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- OECD. (2005). *Manual de Oslo, La Medida de las Actividades Científicas y Tecnológicas, Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. In OECD (3rd ed., Vol. 30, Issue 5). <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>

- Peirano, F., y Olaya, D. (2007). El camino recorrido por América Latina en el desarrollo de indicadores para la medición de la sociedad de la información y la innovación tecnológica. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 3(9), 153–185. <http://www.revistacts.net/contenido/numero-9/el-camino-recorrido-por-america-latina-en-el-desarrollo-de-indicadores-para-la-medicion-de-la-sociedad-de-la-informacion-y-la-innovacion-tecnologica/>
- Ringle, C. M., Wende, S., y Becker, J. M. (2015). *SmartPLS 3*. SmartPLS GmbH, Boenningstedt. <https://doi.org/http://www.smartpls.com>
- Rugeles, L., Guaitero, B., Saavedra, D., Betancur, I., Castillo, O., Arosa-Carrera, C., Barrera, L. M., y Vargas, M. (2013). *Medición de la innovación agropecuaria en Colombia*. (1st ed., Vol. 1). Sello Editorial Universidad de Medellín.
- Ruiz, M. A., Pardo, A., y San Martín, R. (2010). Modelos de Ecuaciones Estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34-45.
- Santi, I., García, V., y Saenz, N. (2018). Validación de factores motivacionales para actividades deportivas en alumnos universitarios mediante SEMPLS. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 181–198. <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v6n2/a04v6n2.pdf>
- Santos, A. A. R., Ferreira, F. A., De Araújo, J. J., De Oliveira, D. G., y Clementino, V. D. R. (2017). Dinâmicas de inovação: Análise das estratégias de inovação no cluster de manga da ride. *Revista Em Agronegocio e Meio Ambiente*, 10, 91–114. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2017v10nEd.esp.p91-114>
- Santos Corral, M. J., y de Gortari Rabiela, R. (2021). Familia y empresas un análisis desde la antropología social. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 23(3), 728–746. <https://doi.org/10.36390/telos233.14>
- Saunila, M. (2017). Understanding innovation performance measurement in SMEs. *Measuring Business Excellence*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1108/MBE-01-2016-0005>
- Turulja, L., y Bajgorić, N. (2018). Knowledge acquisition, knowledge application, and innovation towards the ability to adapt to change. *International Journal of Knowledge Management*, 14(2), 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJKM.2018040101>