

PRIORIZACIÓN DE LAS FUNCIONES DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR OLIVARERO DE ANDALUCÍA: VISIÓN DE LOS AGENTES DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Liliana Reina^a, Carlos Parra^{b*}, Carmen Carmona^b, Samir Sayadi^b

^a Universidad de Córdoba; Dpto. Economía, Sociología y Política Agraria (Córdoba, z52reusm@uco.es).

^b Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA); Área de Economía de la Cadena Alimentaria; Centro Camino de Purchil (Granada, carlos.parra@juntadeandalucia.es, mariac.carmona.torres@juntadeandalucia.es, samir.sayadi@juntadeandalucia.es).

Resumen

Este trabajo analiza la importancia que atribuyen los agentes de generación de conocimiento (universidades, centros de investigación y empresas de soluciones digitales) a un conjunto de siete funciones y 33 subfunciones que se consideran necesarias para un buen funcionamiento del Sistema de Innovación Tecnológica (SIT) asociado a la Transformación Digital (TD) del sector olivarero andaluz. Para ello, se define y evalúa un modelo multicriterio mediante la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Los resultados indican que entre las funciones más importantes para evaluar el funcionamiento del SIT se encuentran las actividades empresariales y la transferencia de conocimiento; y a nivel de subfunciones la disponibilidad de las opciones tecnológicas, la suficiencia del tamaño de mercado potencial y la adaptación a la legislación vigente. La función de orientación de la investigación es la que menor prioridad tiene para evaluar el desempeño del SIT; y a nivel de subfunciones las relacionadas con los espacios de participación y coordinación entre los agentes y las normas y reglamentos.

Palabras clave: Sistema de innovación tecnológica, digitalización, agentes de innovación, AHP, olivar.

1. Introducción

Los Sistemas de Innovación Tecnológica (SIT) se definen como el conjunto de redes de actores e instituciones que interactúan conjuntamente en un campo tecnológico específico y que contribuyen a la generación, difusión y utilización de una nueva tecnología (Markard and Truffer, 2008). La esencia del enfoque SIT, como aproximación sistémica al estudio de la innovación, consiste en combinar un análisis de los componentes estructurales que constituyen el sistema con un análisis de las principales funciones del mismo (Bergek et al., 2008). Las funciones de un SIT son los tipos de actividades que deben darse dentro del sistema para su adecuado funcionamiento (Bergek et al., 2015, 2008; Markard et al., 2015). Acorde con Bergek et al. (2008) existen siete funciones clave: 1) actividades empresariales, 2) desarrollo de conocimientos, 3) transferencia de conocimientos, 4) orientación de la investigación, 5) formación de mercados, 6) movilización de recursos y 7) creación de legitimidad. El grado de desempeño de las siete funciones propuestas en un SIT está influido por la presencia y la excelencia de los elementos estructurales. Todos los aspectos de la estructura económica y la estructura institucional que afectan al aprendizaje, la búsqueda y la exploración de innovaciones, se definen como elementos estructurales del SIT (Wieczorek and Hekkert, 2012). La presente comunicación analiza la importancia que atribuyen diferentes agentes de generación de conocimiento (universidades, centros de investigación y empresas digitales) a las funciones (y subfunciones) del SIT asociado a la TD del sector olivarero en Andalucía.

2. Metodología

Se ha utilizado la metodología de toma de decisiones multicriterio Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), que propone la descomposición de un problema de toma de decisiones por medio de la definición de una estructura jerárquica. Esto permite subdividir un objetivo complejo en un conjunto de subobjetivos más sencillos y determinar cómo influyen cada uno de esos atributos individuales en el objetivo de la decisión (Saaty, 2002, 1990). El modelo AHP en esta investigación consta de las diferentes funciones y subfunciones de un SIT. Estas se han definido a partir de la revisión de la literatura científica (Bach et al., 2020; Bergek et al., 2008; Edsands, 2019; Liu et al., 2018; Markard et al., 2015; Planko et al., 2017; Stephan et al., 2017; van der Loos et al., 2020). El modelo final consta de 3 niveles (Figura 1):

- Nivel I: Corresponde al objetivo principal, o meta, que se pretende alcanzar al resolver el problema de toma de decisiones. En este caso, evaluar el desempeño funcional del SIT de la TD del sector olivarero andaluz.

- Nivel II: Consta de las siete funciones clave de un SIT: Actividades empresariales, desarrollo de conocimiento, transferencia de conocimiento, orientación de la investigación, formación de mercado, movilización de recursos y creación de legitimidad.
- Nivel III: Se corresponde con las subfunciones, que son los ítems específicos dentro de cada función, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo AHP para la evaluación del desempeño funcional del SIT de la TD en el sector

Meta. Evaluar el desempeño de las funciones del SIT de la TD del sector olivarero andaluz	
F1. Actividades empresariales	
F1.a	El número de empresas que están vinculadas a la transformación digital del sector olivarero en Andalucía es suficiente
F1.b	Las interacciones entre las empresas vinculadas a la transformación digital del sector olivarero en Andalucía son suficientes
F1.c	La calidad de la iniciativa empresarial para la transformación digital del sistema olivarero andaluz es adecuada
F1.d	Las empresas del sector olivarero andaluz están dispuestas a experimentar e implementar prototipos
F1.e	Las opciones tecnológicas para la transformación digital del sector olivarero de Andalucía están disponibles
F2. Desarrollo de conocimiento	
F2.a	El conocimiento disponible es suficiente para el desarrollo del sistema de innovación en transformación digital en el sector olivarero de Andalucía
F2.b	La calidad de proyectos, investigaciones, patentes y artículos es suficiente para la transformación digital en el sector olivarero andaluz
F2.c	Los actores que generan conocimiento sobre la transformación digital en el sector olivarero de Andalucía son suficientemente activos
F2.d	Existe correspondencia suficiente entre los conocimientos desarrollados en digitalización y las necesidades reales del sector olivarero andaluz
F2.e	Existen suficientes beneficiarios del conocimiento desarrollado en digitalización en el sector olivarero de Andalucía
F3. Transferencia de conocimiento	
F3.a	Existen suficientes organizaciones que realizan transferencia de conocimientos sobre transformación digital en el sector olivarero de Andalucía
F3.b	La transferencia de conocimiento entre los centros de investigación/universidades y las empresas TIC es suficiente
F3.c	La transferencia de conocimiento entre las organizaciones que generan conocimiento (centros de investigación y/o empresas TIC) y los usuarios finales (empresas agroalimentarias) es suficiente
F3.d	Los espacios para la transferencia de conocimiento (jornadas, seminarios, etc.) sobre transformación digital son suficientes
F3.e	La calidad de los procesos de transferencia en transformación digital es satisfactoria
F4. Orientación de la investigación	
F4.a	Existe un objetivo claro y compartido entre los actores del sistema de innovación sobre cómo se debería desarrollar la transformación digital en el sector olivarero de Andalucía
F4.b	El objetivo de la transformación digital en el sector olivarero andaluz se adapta a la legislación existente
F4.c	Existen suficientes programas y políticas (nacionales y regionales), que respalden el sistema de innovación en transformación digital del sector olivarero andaluz
F4.d	La visión y las expectativas de los actores involucrados en la transformación digital están suficientemente alineadas para reducir las incertidumbres
F5. Formación de mercado	
F5.a	El tamaño del mercado actual para las soluciones digitales en el sector olivarero andaluz es suficiente
F5.b	El tamaño del mercado potencial para las soluciones digitales en el sector olivarero andaluz es suficiente
F5.c	Los incentivos institucionales para la formación del mercado de soluciones digitales en el sector olivarero de Andalucía son adecuados
F5.d	Los obstáculos institucionales para la formación del mercado de soluciones digitales en el sector olivarero no son una barrera para la transformación digital
F6. Movilización de recursos	
F6.a	Existen suficientes recursos financieros para el desarrollo de conocimiento en transformación digital del sector olivarero andaluz
F6.b	Existen suficientes recursos financieros para la transferencia de conocimiento en transformación digital del sector olivarero
F6.c	Las empresas del sector olivarero andaluz están dispuestas a invertir capital para la transformación digital
F6.d	La financiación pública es suficiente para el funcionamiento del sistema de innovación en transformación digital
F6.e	Las empresas del sector olivarero andaluz pueden acceder fácilmente a créditos y/o productos financieros relacionados con la transformación digital
F7. Creación de legitimidad	
F7.a	Existe una buena disposición para adoptar soluciones digitales en el sector olivarero andaluz
F7.b	El grado de coordinación entre los actores involucrados en el sistema de innovación de transformación digital es alta
F7.c	Las normas y reglamentos establecidos para la participación y la coordinación entre los actores del sistema de innovación de transformación digital son suficientes
F7.d	Los espacios para la coordinación entre los actores del sistema de innovación de transformación digital son suficientes
F7.e	En el sistema de innovación de transformación digital en el sector olivarero andaluz participan una amplia variedad de organizaciones de diferentes tipos (academia, investigación, empresas TIC, sector olivarero y administración pública) con capacidades para generar/aplicar innovaciones

Una vez definido el modelo se evalúa la prioridad (o peso) de cada una de las funciones y subfunciones con respecto a los elementos de los que dependen. AHP permite realizar una evaluación cuantitativa de los elementos de decisión, en nuestro caso funciones y subfunciones, permitiendo priorizarlos en una escala de razón y haciéndolos conmensurables y comparables (Forman and Selly, 2001; Kurttila et al., 2000; Parra-López et al., 2009). Para evaluar el modelo se utilizó el conocimiento experto debido a la baja disponibilidad de datos objetivos para Andalucía y la naturaleza compleja de los temas investigados. En particular, se entrevistó a 19 expertos con diversos perfiles y experiencia en el tema (14 de organizaciones de I+D y 5 de empresas de soluciones digitales) de agosto a octubre de 2020, siguiendo un cuestionario estructurado. Se ha utilizado una puntuación directa (direct rating) (Calabrese et al., 2019; Forman and Selly, 2001), en una escala de 1 (muy poca prioridad/desempeño) a 9 (alta prioridad/desempeño) (Carmona-Torres et al., 2014).

3. Resultados

3.1 Priorización global de las funciones del SIT

Los resultados presentados aquí se refieren a las prioridades globales, obtenidas como media de los grupos de interés para cada función y subfunción, ponderando por igual las preferencias de todos los grupos. La Figura 1 muestra que, en el SIT de la TD, los agentes generadores de conocimiento le atribuyen la mayor importancia para el buen funcionamiento del sistema a la Función 1. Actividades empresariales, seguida de la Función 3. Transferencia de conocimiento. Entre las menos priorizadas se encuentran la Función 4. Orientación de la investigación, y la Función 5. Formación del mercado.

Gráfico 1. Priorización global de las funciones

Funciones	Priorización
F1 Actividades empresariales	0,1545
F2 Desarrollo de conocimiento	0,1469
F3 Transferencia de conocimiento	0,1535
F4 Orientación de la investigación	0,1312
F5 Formación de mercado	0,1333
F6 Movilización de recursos	0,1417
F7 Creación de legitimidad	0,1390

Gráfico 2. Priorización global de las subfunciones

F1. Actividades empresariales	F1.a	0,0293
	F1.b	0,0260
	F1.c	0,0313
	F1.d	0,0287
	F1.e	0,0393
F2. Desarrollo de conocimiento	F2.a	0,0311
	F2.b	0,0325
	F2.c	0,0265
	F2.d	0,0288
	F2.e	0,0279
F3. Transferencia de conocimiento	F3.a	0,0306
	F3.b	0,0302
	F3.c	0,0326
	F3.d	0,0278
	F3.e	0,0321
F4. Orientación de la investigación	F4.a	0,0318
	F4.b	0,0366
	F4.c	0,0315
	F4.d	0,0313
F5. Formación de mercado	F5.a	0,0322
	F5.b	0,0367
	F5.c	0,0301
	F5.d	0,0343
F6. Movilización de recursos	F6.a	0,0296
	F6.b	0,0267
	F6.c	0,0289
	F6.d	0,0266
	F6.e	0,0300
F7. Creación de legitimidad	F7.a	0,0301
	F7.b	0,0294
	F7.c	0,0246
	F7.d	0,0242
	F7.e	0,0307

3.2 Priorización global de las subfunciones del SIT

El orden de las prioridades o pesos de las subfunciones (Figura 2) sitúan en primer lugar a F1.e Las opciones tecnológicas para la transformación digital del sector olivarero de Andalucía están disponibles. Le siguen en orden de importancia F5.b El tamaño del mercado potencial para las soluciones digitales en el sector olivarero andaluz es suficiente; F4.b. El objetivo de la transformación digital en el sector olivarero andaluz se adapta a la legislación existente; y F5.d Los obstáculos institucionales para la formación del mercado de soluciones digitales en el sector olivarero no son una barrera para la transformación digital. Las subfunciones que menor prioridad han obtenido son: F7.d Los espacios para la coordinación entre los actores del sistema de innovación de la transformación digital son suficientes; F7.c Las normas y reglamentos establecidos para la participación y la coordinación entre los actores del sistema de innovación de la transformación digital son suficientes; F1.b Las interacciones entre las empresas vinculadas a la TD del sector olivarero andaluz son suficientes; y F2.c Los actores que generan conocimiento sobre la transformación digital en el sector olivarero de Andalucía son suficientemente activos.

4. Conclusiones

La evaluación del Sistema de Innovación Tecnológica (SIT) de la Transformación Digital del sector olivarero en Andalucía indica que la función con la mayor importancia o prioridad para evaluar el adecuado funcionamiento del SIT es la de actividades empresariales, y la subfunción más importante es la que se refiere a la disponibilidad de las opciones tecnológicas para la TD del sector olivarero de Andalucía. Por otra parte, la que menor importancia tiene es la función de orientación a la investigación, y las subfunciones relacionadas con la coordinación de los actores y la suficiencia de normas para la participación en el SIT.

Finalmente, indicar que este trabajo abre un abanico de líneas para futuras investigaciones en lo referido al desarrollo completo de la red de decisión, incluyendo la evaluación del funcionamiento del SIT en cada una de las subfunciones y funciones y a nivel global. También puede ser interesante la aplicación del modelo diseñado a otros grupos de interés del sector en Andalucía, así como en otros sectores del sistema alimentario andaluz, y en otros territorios con cultivo de olivar, con el objetivo de identificar si existen variaciones en la valoración del funcionamiento de los SIT que pudieran estar relacionadas con la variable territorial o sectorial.

Bibliografía

- Bach, H., Bergek, A., Bjørgum, Ø., Hansen, T., Kenzhegaliyeva, A., Steen, M., (2020). “Implementing maritime battery-electric and hydrogen solutions: A technological innovation systems analysis”. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 87, 102492.
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., Truffer, B., (2015). “Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics”. *Environ. Innov. Soc. Transit.* 16, 51–64.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A., (2008). “Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis”. *Res. Policy* 37, 407–429.
- Calabrese, A., Costa, R., Leviardi, N., Menichini, T., (2019). “Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues”. *Technol. Forecast. Soc. Change.*
- Carmona-Torres C., Parra-López C., Hinojosa-Rodríguez A., and Sayadi S. (2014). “Farm-level multifunctionality associated with farming techniques in olive growing: An integrated modeling approach”. *Agricultural Systems*, 127: p. 97-114.
- Edsand, H.E., (2019). “Technological innovation system and the wider context: A framework for developing countries”. *Technol. Soc.* 58, 101150. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101150>
- Forman, E.H., Selly, M.A., (2001). *Decision by Objective: How to Convince Others That You are Right.*
- Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., Kajanus, M., (2000). “Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis - A hybrid method and its application to a forest-certification case”. *For. Policy Econ.* 1, 41–52.
- Liu, G., Gao, P., Chen, F., Yu, J., Zhang, Y., (2018). “Technological innovation systems and IT industry sustainability in China: A case study of mobile system innovation”. *Telemat. Informatics* 35, 1144–1165.
- Markard, J., Hekkert, M., Jacobsson, S., (2015). “The technological innovation systems framework: Response to six criticisms”. *Environ. Innov. Soc. Transitions* 16, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.006>
- Markard, J., Truffer, B., (2008). “Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework”. *Res. Policy* 37, 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- Parra-López, C., Calatrava-Requena, J., (2006). “Comparison of farming techniques actually implemented and their rationality in organic and conventional olive groves in Andalusia, Spain”. *Biol. Agric. Hort.* 24, 35–59.
- Planko, J., Cramer, J., Hekkert, M.P., Chappin, M.M.H., (2017). “Combining the technological innovation systems framework with the entrepreneurs’ perspective on innovation”. *Technol. Anal. Strateg. Manag.* 29, 614–625. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1220515>
- Saaty, T.L., (2002). *Decision making with the Analytic Hierarchy Process.* Sci. Iran. <https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590>
- Saaty, T.L., (1990). “How to make a decision: The analytic hierarchy process”. *Eur. J. Oper. Res.*
- Stephan, A., Schmidt, T.S., Bening, C.R., Hoffmann, V.H., (2017). “The sectoral configuration of technological innovation systems: Patterns of knowledge development and diffusion in the lithium-ion battery technology in Japan”. *Res. Policy* 46, 709–723. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.009>
- van der Loos, A., Normann, H.E., Hanson, J., Hekkert, M.P., (2020). “The co-evolution of innovation systems and context: Offshore wind in Norway and the Netherlands”. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 138, 110513.
- Wieczorek, A.J., Hekkert, M.P., (2012). “Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars”. *Sci. Public Policy* 39, 74–87. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento por el apoyo financiero recibido del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), a través del proyecto de investigación "Transformación digital del sector olivarero en Andalucía: Análisis sistémico, estructural y funcional para favorecer su desarrollo (digitalOli)" (PR.AVA.AVA2019.009), cofinanciado en un 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.