

Agricultura e innovación en perspectiva de sostenibilidad: un campo de análisis a partir de encuestas de innovación

Guaitero, Bladimir
Investigador Grupo Redes
Agroempresariales y Territorio
RAET, Universidad Jorge Tadeo
Lozano, Colombia,
lenisb.guaiterod@utadeo.edu.co

Rugeles, Laura
Investigadora Grupo Redes
Agroempresariales y Territorio
RAET, Universidad Jorge Tadeo
Lozano, Colombia,
lrugeles@gmail.com

Bermeo-Andrade, Helga
Docente e investigadora Grupo de
Investigación GINNOVA,
Universidad de Ibagué, Colombia,
helga.bermeo@unibague.edu.co

Torres, Camilo
Docente e investigador Grupo
de Redes Agroempresariales y
Territorio RAET, Universidad
Jorge Tadeo Lozano,
camilo.torres@utadeo.edu.co

Toro, William
Investigador Grupo Redes
Agroempresariales y Territorio
RAET, Universidad Jorge Tadeo
Lozano, Colombia,
toro.william@gmail.com

Palabras clave: Innovación, sostenibilidad, agricultura.

1. Resumen

El sistema alimentario tiene el reto de favorecer la provisión de alimentos de calidad para una población en crecimiento, pero lo debe hacer propendiendo por el cuidado de la naturaleza y del ambiente y enfrentando los efectos del cambio climático. Teniendo en cuenta la estrecha relación entre la producción de alimentos y el uso de la naturaleza, es posible pensar que la agricultura está obligada a mejorar sus procesos productivos, de tal manera que su impacto ambiental (externalidades negativas) sea cada vez menor al tiempo que se adapta a los efectos adversos del cambio climático. Las cuestiones subyacentes serían: ¿Qué tanto los productores agrícolas están avanzando en estos procesos de innovación sostenible? ¿Qué influencia ejerce el mercado y la trayectoria tecnológica e institucional sobre la posibilidad de transitar hacia un modelo de innovación para la sostenibilidad? El objetivo principal de esta

ponencia es llamar la atención sobre la necesidad de estudiar la innovación agrícola orientada a la sostenibilidad. El soporte de análisis está constituido por estudios pioneros en la medición de la innovación en diversos sistemas de producción agrícola en Colombia. En términos generales, los hallazgos permiten observar que las innovaciones ambientales no ocupan el primer lugar en los sistemas estudiados y están orientadas a mejorar la eficiencia de los procesos productivos. Estos resultados destacan la necesidad de que el sistema de innovación agrícola colombiano promueva innovaciones que efectivamente encaminen a sectores y a territorios por el sendero de la sostenibilidad.

2. Introducción

Hablar hoy de innovación agrícola en perspectiva de sostenibilidad, significa, sin lugar a duda, que el problema fundamental del sistema alimentario del siglo XXI es nuevo; un cambio que es resultado y consecuencia del modelo productivo precedente. El déficit alimentario constituyó el problema de comienzos y mediados del siglo XX y fue atendido desde la investigación científica y la aplicación tecnológica, buscando incrementar la eficiencia en los procesos productivos agrícolas en espacio y tiempo, aumentando la frecuencia y la intensidad del cultivo (Lopera-P., 1987). Este modelo, abasteció la demanda de alimentos desde una mayor productividad de la tierra, nuevas variedades e híbridos y uso intensivo de tecnologías y de insumos de síntesis química, desdeñando todas las interacciones generadoras de consecuencias negativas reconocidas como externalidades derivadas del proceso. Sin embargo, este modelo del siglo XX que maximiza la productividad y, al tiempo, las externalidades negativas que fundamentalmente recaen sobre los ecosistemas, ha configurado la pista de transición al nuevo problema del sistema agroalimentario: la sostenibilidad y por supuesto, al modelo innovador del siglo XXI. El nuevo modelo innovador coexiste o se traslapa con el modelo anterior y con su principal consecuencia: la amenaza del cambio climático. Gestionar esta coexistencia de

modelos (Gaitán-Cremaschi et al., 2020), constituye el principal desafío del sistema de innovación conformado por todas las partes y aspectos de la estructura económica e institucional favorables al aprendizaje tecnológico (Edquist, 1997; Lucendo, 2007; Lundvall, 1992) y por las redes de actores, escenarios donde fluye conocimiento e información a partir de relaciones de confianza y reglas de juego compartidas (Lucendo, 2007; Muñoz-Rodríguez et al., 2004).

Sobre varios aspectos es preciso conceptualizar y seguir investigando, dada la gran complejidad que representa la intrincada relación entre agricultura y sostenibilidad, los atributos de cada uno de estos componentes y de sus realidades territoriales, sociales y políticas que cada vez son más dinámicas. Si la agricultura es la actividad económica de mayor incertidumbre y la sostenibilidad con su postulado de un mundo que incluye tanto el presente como el futuro, la innovación para una agricultura sostenible no tiene alternativa (CanoCarmona, 2021).

El desafío está en responder y actuar a partir de la pregunta de ¿cómo gestionar modelos coexistentes de innovación en un marco de gran complejidad e incertidumbre? Podrá anticiparse con alguna certeza que dichos modelos de innovación serán más predictivos, intuitivos y flexibles y menos indicativos; la gestión será más horizontal (gobernanza) que jerárquica (gobierno) porque el problema está en manos de todos, no solamente de los agricultores que asumen el riesgo, y el contexto es más cambiante de lo esperado: clima, mercados e instituciones.

Ahora bien, en qué escenario y con cuál herramienta estamos analizando la innovación y la sostenibilidad: en el referencial RAET de Política Pública. Este referencial es una construcción reciente para el análisis sectoterritorial y su valor más importante es conceptual y analítico en el sentido de forzar la idea de que la realidad es sistémica y de que el sistema agroalimentario es el más sistémico de todos, anudando por lo menos tres modelos: el ambiental o de producir protegiendo la naturaleza, el social o alimentario y de salud de la población, y el económico o de distribución de ingresos y acumulación de capital. El desafío está en lograr un

nudo crítico muy consistente, es decir, tejiendo los tres modelos (hilos del tejido) por su influencia recíproca desde su individualidad con sus propios atributos, pero reconociendo la existencia de tensiones, conflictos y oportunidades (Gráfica 1).

Gráfica 1. Referencial RAET de política pública del sistema agroalimentario



Fuente: elaboración propia.

Los productores intentan reducir sus principales incertidumbres de origen biológico y aumentar la rentabilidad del negocio siguiendo las mismas prácticas del modelo tecnológico precedente: revolución verde. Es en esto en lo que más innovan. Así las cosas, las externalidades están siendo mayores, entre ellas: el cambio climático, las enfermedades en los humanos, la pérdida de biodiversidad, el deterioro de la capa vegetal del suelo y la contaminación de suelos y aguas. El mercado y la organización tampoco se intervienen y la incertidumbre hace fiesta junto con el oportunismo.

Nuestra participación con esta ponencia tiene tal vez tres objetivos: Primero, poner sobre la mesa elementos analíticos para su discusión; Segundo, presentar algunos resultados de nuestros dos ejercicios de medición de la innovación con base en la encuesta ENIAGRO; Tercero, encontrar socios para ampliar la red RAET o masa crítica para los estudios de innovación en agricultura.

3. Metodología

La investigación analiza información derivada de la Encuesta de Innovación Agropecuaria (ENIAGRO) aplicada entre 2010 y 2012 de manera presencial (cara a cara) a 459 productores de seis cadenas productivas: Palma de Aceite (en Magdalena y Meta), Tomate (en Antioquia y Boyacá), Carne bovina (en Córdoba y Meta), Carne porcina, Flores de corte y Papa (en Antioquia y Cundinamarca), según metodología detallada en Rugeles et al. (2013) (Tabla 1). A partir de las encuestas se identificaron las innovaciones, incluyendo las innovaciones orientadas a la sostenibilidad ambiental, las cuales se clasificaron de acuerdo a múltiples criterios (Manual de Oslo, paradigmas de innovación y objetivos de innovación). El Manual de Oslo (MO) es una guía para la realización de mediciones y estudios de las actividades consideradas como innovadoras. Una empresa puede efectuar cambios en sus métodos de trabajo, en el uso de los factores de producción y en sus tipos de productos para mejorar su productividad y/o su rendimiento comercial; es así que el MO define cuatro tipos de innovaciones que incluyen una amplia gama de cambios en las actividades de las empresas: innovaciones en producto, proceso, organización y mercadotecnia (OCDE et al., 2005).

En relación con los paradigmas de innovación, el grupo de investigación Redes AgroEmpresariales y Territorio - RAET tiene como referencial de análisis y de acción sectorial cinco paradigmas: Información, Calidad, Eficiencia, Transacciones y Sostenibilidad ambiental. Para RAET, el avance en estos cinco paradigmas determina en gran medida la competitividad

de empresas y territorios agro. Aquí radica el interés de conocer cómo avanzan los sistemas en términos de las innovaciones que tributan a estos paradigmas, en especial, al ambiental (Ariza et al., 2012; Rugeles et al., 2013).

Así mismo, la ENIAGRO se aplica en la actualidad a través de medios virtuales a productores de aguacate y arroz en el departamento del Tolima (Tabla 1). Los resultados obtenidos a la fecha permiten relacionar las innovaciones adoptadas por los agricultores con el objetivo de innovación a alcanzar y con el área de influencia de la misma. Para esto se toma como referencia las recomendaciones del Manual de Oslo 2018 en cuanto a objetivos y resultados de innovación (OECD/Eurostat, 2018, p. 166).

4. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de la información relevada a través de la ENIAGRO permiten avanzar en la caracterización de los 571 agricultores encuestados, así como de sus objetivos y resultados de innovación. En términos generales, nos encontramos con productores de avanzada edad que en su mayoría son propietarios de tierra, con excepción de los productores de cultivos de ciclo corto como la papa y el arroz en donde la figura del arriendo formal e informal toma importancia. En cuanto al nivel educativo, predominan agricultores con escolaridad primaria y secundaria principalmente en sistemas como aguacate, palma, papa y tomate. De otro lado, se observa que la experiencia de los agricultores en los negocios agropecuarios tiende a coincidir con la experiencia en el sistema de producción desarrollado; este hecho se percibe claramente en casos como el arroz, la papa y la ganadería bovina, en donde buena parte de los ingresos del productor dependen exclusivamente de esta actividad económica. Por último, es importante decir que la producción de flores de corte, palma de aceite y, más recientemente, aguacate Hass, está llamada a satisfacer con prioridad las exigencias del mercado internacional.

Tabla 1. Relación de productores encuestados en cada departamento y cadena productiva.

Departamento	Cadena productiva							
	Papa	Tomate	Palma	Flores	Carne bovina	Carne porcina	Aguacate	Arroz
Cundinamarca	38			31		39		
Antioquia	41	41		40		39		
Boyacá		40						
Magdalena			39					
Meta			40		40			
Córdoba					31			
Tolima							65	47
Total	79	81	79	71	71	78	65	47

Fuente: elaboración propia con base en los estudios de innovación agro del Grupo de investigación Redes Agroempresariales y Territorio - RAET.

En cuanto a los resultados de innovación, se evidencia un patrón general respecto al tipo de innovaciones que los agricultores adoptan. De acuerdo con la Tabla 2, es posible afirmar que los productores encuestados introdujeron un mayor número de innovaciones relacionadas con los procesos y la eficiencia, lo que está queriendo decir que mejorar rendimientos y/o reducir costos de producción son objetivos de relevancia para ellos. Por ejemplo, en el caso del tomate, el 77% de las innovaciones reportadas son categorizadas como innovaciones en eficiencia y el 74% como innovaciones en proceso; sobra decir que estos dos tipos de innovación están estrechamente relacionados. En otros casos como en la producción de flores y de palma, se encuentran relativamente menos innovaciones en eficiencia y en proceso, no obstante, el porcentaje no es inferior al 40% en ninguno de los casos.

Por su parte, la sostenibilidad es un frente de innovación de importancia intermedia para los productores encuestados. En sistemas productivos como el tomate las innovaciones ambientales no superan el 4% del total reportado. Por el contrario, en la producción de palma y de carne porcina, el porcentaje de innovaciones orientadas a la sostenibilidad es cercano al 18%. En la producción de flores, este frente de innovación también es relevante. No obstante, un

hallazgo a destacar tiene que ver con el tipo de innovaciones ambientales que se están incorporando. Según la Tabla 2, la mayor parte de las innovaciones en sostenibilidad en estos seis sistemas productivos corresponden a innovaciones en proceso. Este resultado permite inferir que las innovaciones ambientales identificadas constituyen pequeños cambios o mejoras incrementales en los procesos productivos, procurando beneficios tanto ambientales (gestión del impacto ambiental) como económicos (reducción de costos). Ejemplos de este tipo de innovaciones pueden ser: el uso de plaguicidas siguiendo las recomendaciones técnicas en términos de ingredientes activos, dosis y formas de aplicación; el diseño de planes de fertilización con base en análisis de suelos en laboratorio; el aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de abonos; el establecimiento de biodigestores para la gestión del excremento animal y el aprovechamiento energético de este recurso, entre otros.

Tabla 2. Resultados de innovación en diversos sistemas de producción agrícola y regiones productoras en Colombia.

Sistema productivo	Número innovaciones	Paradigma	Innovaciones por paradigma	Manual de Oslo			
				Proceso	Organización	Mercadotecnia	Producto
Tomate	96	Eficiencia	74	71	3		
		Sostenibilidad	4	4			
		Calidad	4	4			
		Otros	14				
Flores	90	Eficiencia	49	36	11	1	1
		Sostenibilidad	13	8	5		
		Calidad	8	6	2		
		Otros	20				
Papa	82	Eficiencia	52	41	8	2	1
		Sostenibilidad	10	10			
		Calidad	6	4	2		
		Otros	14				
Palma	81	Eficiencia	46	42	4		

		Sostenibilidad	15	11	4		
		Calidad	5	2	3		
		Otros	15	4	11		
C. Porcina	79	Eficiencia	52	35	13	1	3
		Sostenibilidad	14	9	5		
		Calidad	1	1			
		Otros	12				
C. Bovina	66	Eficiencia	43	41	2		
		Sostenibilidad	7	6	1		
		Calidad	5	2	3		
		Otros	11				
Arroz	34	Eficiencia	13	11	1		1
		Sostenibilidad	5	5			
		Calidad	2	2			
		Otros	14				
Aguacate	33	Eficiencia	9	7	2		
		Sostenibilidad	7	7			
		Calidad	5	5			
		Otros	13				

Fuente: elaboración propia con base en los estudios de innovación agro del Grupo de investigación Redes Agroempresariales y Territorio - RAET.

En lo que tiene que ver con organización, se puede decir que los productores de flores, carne porcina y palma de aceite se muestran más inclinados por este tipo de innovaciones. Al igual que las innovaciones en proceso, las innovaciones en organización están llamadas a mejorar la eficiencia, pero en el ámbito de lo administrativo y de las relaciones exteriores. Las innovaciones enfocadas en mejorar la mercadotecnia y los productos son menos frecuentes en las cadenas estudiadas (Tabla 2).

En el caso del Tolima, la información analizada a la fecha permite conocer las innovaciones que los productores de aguacate y arroz han incorporado para alcanzar diversos objetivos (Tabla 3). Las áreas de mayor importancia para los dos sistemas, por agrupar un mayor número de innovaciones, es el área de la producción, seguida del área organizacional, luego el área de mercado y finalmente, el área de economía, sociedad y medio ambiente. Al analizar el nivel de adopción de las innovaciones por objetivo, se puede ver que se concentran en “Reducir

los impactos ambientales negativos” tanto en la cadena del aguacate como en la del arroz; este objetivo de innovación es el más nutrido reflejando los avances de los agricultores en este aspecto.

Al observar los resultados por sistema, se evidencian importantes diferencias. Por ejemplo, los productores de aguacate reportan un buen número de innovaciones orientadas a mejorar la calidad del producto, mejorar las condiciones laborales del personal, satisfacer las nuevas exigencias de los clientes o mercados, reducir los costos laborales y de producción, entrar en nuevos mercados, adoptar estándares, entre otros. En esencia, se percibe un balance en los esfuerzos de innovación entre los productores de aguacate persiguiendo objetivos de producción, de mercado y de sostenibilidad ambiental. Por su parte, los productores de arroz orientan sus innovaciones a reducir costos de producción, mejorar las condiciones laborales del personal de la empresa, actualizar tecnologías o métodos de proceso obsoletos, entre otros. En general, y a partir de estos resultados preliminares, se percibe que en el caso del aguacate la innovación es una respuesta a la oportunidad del mercado internacional; mientras que, en el caso del arroz, la innovación responde ante todo a la necesidad de permanecer en el mercado.

5. Conclusiones

El sistema de innovación agroalimentario del siglo XXI apenas está sacudiéndose de los acontecimientos del siglo XX y aprendiendo a reorientarse en perspectiva de una agricultura sostenible y en un contexto de cambio climático, de gobernanza sectorial y de mercados e instituciones globalizadas.

Los resultados de las encuestas de innovación aplicadas y en proceso para ocho cadenas y siete territorios de Colombia así lo sustentan y confirman la coexistencia de dos modelos en una suerte de continuidad: el que maximiza productividades (siglo XX) y el que atiende las externalidades derivadas (siglo XXI). La gestión de esta coexistencia constituye el desafío

principal del sistema en tanto que el contexto nacional e internacional del sistema agroalimentario continúe presionando por innovaciones responsables con la salud de la población, la restauración y conservación de los ecosistemas y la generación de excedentes económicos que permitan condiciones de vida dignas y también acumulación de capital en los actores productores, con el ánimo de avanzar hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Podrá anticiparse con alguna certeza que un modelo de innovación será más predictivo, intuitivo y flexible y menos impositivo; la gestión será más horizontal (gobernanza) que jerárquica (gobierno) porque el problema está en manos de todos, no solamente de los agricultores que asumen el riesgo, y el contexto es más cambiante de lo esperado: clima, mercados e instituciones. Estas son razones para justificar la búsqueda de nuevos socios que amplíen la masa crítica de la red RAET para los estudios de innovación en agricultura.

Tabla 3. Objetivos de innovación de los productores de aguacate y arroz en el Tolima, por área de influencia

Área y objetivo de innovación	Aguacate		Arroz	
	Innovaciones	Productores	Innovaciones	Productores
Economía, sociedad o medio ambiente				
Cumplir regulaciones obligatorias o estándares voluntarios	6	10	3	5
Mejorar la calidad de vida o el bienestar	2	3	2	3
Mejorar la igualdad de género	1	2	1	4
Mejorar la inclusión social	--	--	2	3
Mejorar la salud, la seguridad o la protección pública	1	3	4	7
Reducir los impactos ambientales negativos / generar beneficios ambientales	7	57	13	38
Mercado de productos				
Actualizar o mejorar productos	--	--	3	8
Adoptar estándares y acreditación	3	23	5	8
Ampliar la variedad de productos (nuevos productos)	--	--	5	20
Aumentar o mantener la participación de mercado	3	5	1	4
Crear nuevos mercados o nuevos clientes	2	7	4	6
Cumplir con las regulaciones del mercado	7	26	1	2
Entrar en nuevos mercados o adaptar los productos existentes a nuevos mercados.	5	42	3	5
Mejorar la reputación, el conocimiento de la marca o la visibilidad de los productos	--	--	3	4
Organización empresarial				
Implementar un nuevo modelo de negocio	--	--	2	6
Incrementar la resiliencia empresarial y la adaptabilidad al cambio	--	--	3	6

Mejorar el intercambio o la transferencia de conocimientos con otras organizaciones	6	10	2	5
Mejorar la comunicación dentro de la empresa	1	2	3	11
Mejorar la eficiencia o función de la cadena de valor de la empresa	4	27	6	8
Mejorar las capacidades para absorber, procesar y analizar conocimientos	3	14	6	8
Mejorar las condiciones laborales, la salud o la seguridad del personal de la empresa	9	32	8	18
Mejorar o desarrollar nuevas relaciones con entidades externas (otras firmas, universidades, consumidores, etc.)	2	12	2	5
Producción y entrega				
Actualizar tecnologías o procesos obsoletos	6	19	7	23
Mejorar la calidad del producto	15	39	13	17
Reducir el tiempo de producción, comercialización o entrega	2	2	2	3
Reducir los costos de material, energía o costos operativos por unidad de producción	9	24	17	31
Reducir los costos laborales por unidad de producción	8	26	8	17
Satisfacer las nuevas exigencias de los clientes o los mercados	8	22	--	--

Fuente: elaboración propia con base en los avances del proyecto RTInnova

Referencias

- Ariza, C., Rugeles, L., Saavedra, D., & Guaitero, B. (2012). Measuring Innovation in Agricultural Firms: A Methodological Approach. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 11(3), 185–198. <http://www.ejkm.com/issue/download.html?idArticle=396>
- Cano-Carmona, E. (2021). Una agricultura respetuosa con el medio ambiente y productiva es posible. *Foro*, 5(2), 17–23.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations* (C. Edquist (ed.)). Routledge. [https://doi.org/10.1016/s0024-6301\(98\)90244-8](https://doi.org/10.1016/s0024-6301(98)90244-8)
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Gaitán-Cremaschi, D., Klerkx, L., Duncan, J., Trienekens, J. H., Huenchuleo, C., Dogliotti, S., Contesse, M. E., Benitez-Altuna, F. J., & Rossing, W. A. H. (2020). Sustainability transition pathways through ecological intensification: an assessment of vegetable food systems in Chile. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 18(2), 131–150. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1722561>
- Hall, A., Mytelka, L., & Oyeyinka, B. (2006). Concepts and guidelines for diagnostic assessments of agricultural innovation capacity (No. 2006–017; UNU-MERIT Working Papers, Issue April 2006).
- Lopera-P., J. (1987). La investigación y el desarrollo de la tecnología agropecuaria. Aspectos Socioeconómicos de La Investigación a Nivel de Finca, 23.
- Lucendo, A. L. (2007). Cadenas productivas e innovación en el marco territorial andaluz. Consejo Económico y Social de Andalucía.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter.
- Muñoz-Rodríguez, M., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., García-Muñiz, J. G., & AltamiranoCárdenas, J. R. (2004). Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural. In Fundación PRODUCE Michoacán, A.C./Universidad Autónoma Chapingo. https://www.researchgate.net/publication/266439672_REDES_DE_INNOVACION_UN_A_CERCAMIENTO_A_SU_IDENTIFICACION_ANALISIS_Y_GESTION_PARA_EL_DE_SARROLLO_RURAL
- Nossal, K., & Lim, K. (2011). Innovation and productivity in the Australian grains industry (Issue July). www.abares.gov.au
- OCDE, Eurostat, & European Commission. (2005). *Manual de Oslo - Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (Grupo Tragsa (ed.); 3rd ed.). Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico - OECD.
- 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. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
Rugeles, L., Guaitero, B., Saavedra, D., Betancur, I., Castillo, O., Arosa, C., Barrera, L. M., & Vargas, M. (2013). *Medición de la innovación agropecuaria en Colombia* (Sello Editorial Universidad de Medellín (ed.); Primera).
https://www.researchgate.net/publication/261359373_Medicion_de_la_innovacion_agropecuaria_en_Colombia