

La representación de la acción humana en modelos socioecológicos acoplados

Dr. Giuseppe Feola, Universidad de Utrecht, Países Bajos y Universidad de Reading, Reino Unido (g.feola@uu.nl)

Resumen

Los modelos socioecológicos acoplados son herramientas importantes para comprender las dinámicas sociales y ecológicas las cuales explican la (in)sostenibilidad agrícola. Sin embargo, la investigación a menudo utiliza modelos excesivamente simplistas y estáticos de comportamiento de los agricultores en sistemas socio-ecológicos: o sea, modelos con bases teóricas débiles, monodisciplinarios e incapaces a representar la naturaleza dinámica del comportamiento humano. Esto nos impide comprender cómo se puede producir un cambio transformador hacia la agricultura sostenible a lo largo del tiempo a través de la acción humana. Los modelos de comportamiento dinámicos e integradores ayudan a superar este límite. Esta clase de modelos de acción humana incluye retroalimentaciones entre la acción y las estructuras y dinámicas del sistema socioecológico, y pueden informar la evaluación de políticas en la que la toma de decisiones se internaliza en el mismo modelo socioecológico. Los modelos de comportamiento dinámicos e integradores se enfocan en dinámicas y procesos, estimulando así nuevas preguntas de investigación que son relevantes para el cambio hacia la sostenibilidad: desde la explicación de decisiones puntuales hasta la comprensión de la persistencia o el cambio de estructuras sociales y biofísicas y patrones de acciones sociales a lo largo del tiempo; desde un enfoque en la toma de decisiones individual hasta uno sobre las retroalimentaciones entre las acciones y sus bases sociales, biofísicas en el sistema socio ecológico definido espacial y temporalmente. Los modelos de comportamiento dinámicos e integradores también fomentan la interdisciplinariedad entre y dentro de las ciencias naturales y sociales. Se ilustra el potencial de los modelos de comportamiento dinámicos e integradores a través de dos aplicaciones al uso de pesticidas en los Andes colombianos.

Palabras claves

Sistemas socioecológicos, modelos de comportamiento humano, interdisciplinariedad.

The representation of human action in coupled socioecological models

Dr. Giuseppe Feola, Utrecht University the Netherlands, and University of Reading, United Kingdom (g.feola@uu.nl)

Abstract

Coupled socioecological models are important tools to understand the social and ecological dynamics that explain agricultural (un)sustainability. However, research often uses overly simplistic and static models of farmers' behavior in socio-ecological systems: that is, models with weak theoretical bases, monodisciplinary and unable to represent the dynamic nature of human behavior. This prevents us from understanding how transformative change towards sustainable agriculture can be produced over time through human action. Integrative, process-based behavioural models help to overcome this limit. This type of human action models includes feedback between the action and the structures and dynamics of the socio-ecological system, and can inform the evaluation of policies in which decision-making is internalized in the socio-ecological model. Integrative, process-based behavioural models focus on dynamics and processes, thus stimulating new research questions that are relevant for change towards sustainability: from the explanation of specific decisions to the understanding of the persistence or change of social and biophysical structures and patterns of social actions over time; from a focus on individual decision-making to one on the feedback between actions and their social, biophysical bases in the socio-ecological system defined spatially and temporally. Integrative, process-based behavioural models also promote interdisciplinarity between and within the natural and social sciences. The potential of Integrative, process-based behavioural models is illustrated through two applications to the use of pesticides in the Colombian Andes.

Keywords

Socioecological systems, models of human behaviour, interdisciplinarity.

Introducción: modelos de simulación de sistema socioecológicos

Los modelos de simulación se han ido utilizando en la investigación de sostenibilidad agrícola durante mucho tiempo. Las últimas décadas han visto el desarrollo de una familia específica de modelos de simulación, es decir, modelos integrados bioeconómicos o socioecológicos (Janssen y Van Ittersum 2007, Rossing et al., 2007). Estos modelos permiten no solo modelar un compartimento ambiental específico (por ejemplo, el suelo) o un proceso biofísico (por ejemplo, el destino de contaminantes como los pesticidas en los sistemas). También permiten representar varios procesos, componentes del sistema y subsistemas de interés, incluido el componente social (es decir, económico, institucional, redes sociales, etcétera) dentro de un sistema agrícola dado. Los modelos de simulación son un soporte importante en la investigación de la sostenibilidad agrícola ya que ayudan a desentrañar las interacciones y retroalimentaciones y las complejas dinámicas entre componentes biofísicos, socioeconómicos e institucionales entre diferentes escalas y niveles (Janssen y Van Ittersum 2007; Rossing et al., 2007). Existen diferentes planteamientos y técnicas para construir modelos de simulación de sistemas agrícolas. Entre ellos la programación lineal, la dinámica de sistemas y los modelos basados en agentes, mientras que cada vez más varios estudios combinan diferentes planteamientos (Feola et al., 2012a).

Una de las deficiencias de los modelos de simulación de sistema socioecológicos es que aquellos modelos tienden a representar a los agentes sociales de manera demasiado simplista, lo que limita su potencial para informar políticas de promoción de la sostenibilidad agrícola (Feola y Binder 2010, ver también Groeneveld et al., 2017; Schlüter et al. 2017). La transición agrícola hacia la sostenibilidad invocada tanto por los responsables políticos como por los científicos es un proceso de cambio que implica no solo las estructuras biofísicas sino también las estructuras sociales y la acción humana. Los comportamientos humanos se definen como acciones o serie de acciones, que median las interacciones entre los componentes sociales y biofísicos en los sistemas socioecológicos (Feola y Binder, 2010). Las acciones humanas generan impactos en los sistemas ecológicos y transmiten la respuesta al cambio ambiental. Las acciones humanas interactúan dinámicamente a diferentes escalas espaciales y temporales con estructuras sociales (por ejemplo, valores, normas sociales) y biofísicas (por ejemplo, infraestructura, tecnología, ecosistemas) en un proceso de autorregulación reflexiva mediante la cual las estructuras influyen y, a su vez, son influenciadas por acciones. Comprender cómo el comportamiento humano

impulsa las interacciones dinámicas en los sistemas socioecológicos es fundamental para apoyar el cambio hacia la agricultura sostenible.

Problemas conceptuales en la representación del comportamiento humano en modelos socioecológicos

Aunque se hayan realizado importantes avances teóricos y metodológicos para comprender la acción humana en los sistemas socioecológicos, todavía se identifican tres cuestiones abiertas: base teórica, enfoque interdisciplinario y capacidad de representar la naturaleza dinámica del comportamiento humano (Feola y Binder, 2010). En primer lugar, muy a menudo los modelos de simulación o econométricos que afirman representar acciones humanas no tienen una base teórica sólida: no se refieren a un marco teórico coherente (Groeneveld et al. 2017), o solo se basan en teorías reduccionistas de racionalidad utilitaria (Schlüter et al. 2017). Por lo tanto, es necesario un modelo teórico sólido para evitar las simplificaciones excesivas y el determinismo ambiental. En segundo lugar, mientras que el valor agregado de la interdisciplinariedad se reconoce cada vez más, los modelos teóricos de acción humana a menudo tienen una base monodisciplinaria que resulta en explicaciones ‘de causa constante’ (monofactoriales) y la incapacidad de representar la heterogeneidad de los actores sociales (Feola y Binder, 2010; An, 2012). La interdisciplinariedad es esencial para integrar diferentes perspectivas de distintas disciplinas y, por lo tanto, para poder pasar de las explicaciones monodimensionales a la integración sistemática, pero flexible, de una diversidad de factores y procesos potencialmente relevantes para explicar el comportamiento humano (Gifford et al., 2011). En tercer lugar, si bien la contribución de las acciones individuales a los procesos que ocurren a nivel macro ha recibido una atención significativa, comprender cómo los procesos de retroalimentación desde el nivel macro hasta el nivel individual pueden influir en el comportamiento humano sigue siendo un tema abierto. La mayoría de los modelos teóricos del comportamiento humano conceptualizan las acciones como una secuencia lineal de causas, decisiones y consecuencias (Gifford et al., 2011), pero es al considerar la naturaleza del proceso de las interacciones adaptativas entre las decisiones individuales y las estructuras sociales y biofísicas que es posible comprender cómo se reproducen o modifican las estructuras del sistema (Feola y Binder, 2010; Feola et al., 2015).

Modelos de comportamiento humano dinámicos e integradores en sistemas socioecológicos

Se reconoce cada vez más la necesidad de internalizar la acción humana en los modelos socioecológicos para comprender el comportamiento humano como parte integrante de sistemas socioecológicos específicos y para arrojar luz sobre las complejas interacciones entre los componentes sociales y biofísicos en los sistemas socioecológicos. Una clase de modelos que se ha propuesto recientemente es la de los modelos de comportamiento dinámicos e integradores humano, que se ha implementado principalmente a través de modelos computacionales basados en agentes. No solo esta clase de modelos puede fundarse en la teoría social, sino incluir retroalimentaciones entre comportamientos individuales y la dinámicas del sistema socioecológico, e integrar, en términos de componentes del sistema socioecológico, diferentes niveles sociales y tipos de acción humana (Feola y Binder, 2010; An, 2012). Por lo tanto, los modelos de comportamiento humano dinámicos e integradores superan las divisiones disciplinarias tradicionales. Los investigadores han explorado cada vez más esta clase de modelos en estudios de sostenibilidad agrícola (Feola et al., 2012a). Sin embargo, también debido a los problemas abiertos mencionados anteriormente, solo en algunos casos se han desarrollado modelos generales que pueden abstraerse del estudio de caso específico.

Un ejemplo de un modelo dinámico e integrador de comportamiento humano que es generalizable es el marco *Integrative Agent-Centered* (IAC) (Feola y Binder, 2010) (Figura 1). El marco IAC combina la teoría de la estructuración de Giddens y la teoría del comportamiento interpersonal de Triandis para proporcionar una comprensión del comportamiento humano en los sistemas socioecológicos. Combina diferentes factores los cuales pueden influenciar el comportamiento y, por lo tanto, representa múltiples modelos de acción humana. En el marco, la decisión de un agente de implementar un comportamiento específico está influenciada por factores externos e internos. El comportamiento puede tener consecuencias (por ejemplo, psicológicas, económicas, sociales) y biofísicas intencionales o no, y percibidas o no percibidas, que pueden retroalimentar a los agentes (por ejemplo, a través de procesos sociales, psicológicos o físicos). Los procesos de retroalimentación pueden reforzar el estado actual o provocar un cambio y pueden ocurrir a corto o largo plazo. Las interacciones de los agentes suceden directa o indirectamente. Los primeros dependen de la red social de los agentes. Las segundas ocurren a través de las consecuencias del comportamiento, que pueden acumularse en el nivel espacial o social superior, siendo percibidas y reinterpretadas por los agentes individuales (Figura 1).

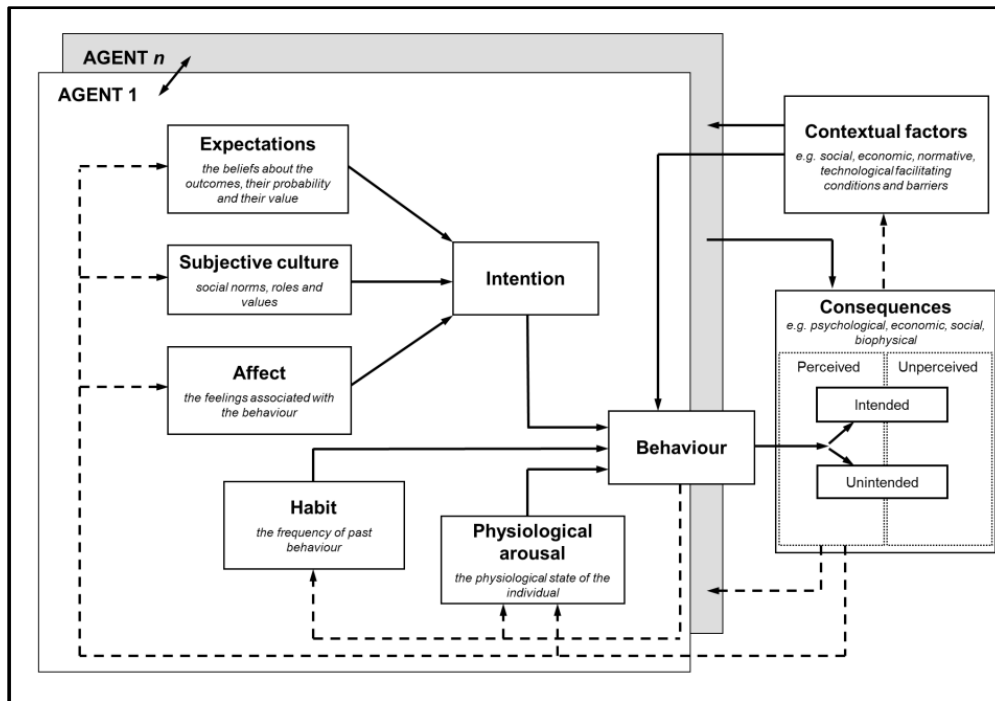


Figura 1. El marco Integrative Agent-Centered (modificado desde Feola y Binder, 2010)

Ejemplo 1: el uso de equipo de protección personal entre campesinos en Boyacá, Colombia.

El marco teórico IAC se aplicó al uso de pesticidas de los campesinos en Boyacá, Colombia. Permitted descubrir el valor de adaptación social y ambiental del comportamiento de los campesinos en relación con factores estáticos (por ejemplo, involucramiento directo en la aplicación de plaguicidas) y la dinámica del sistema en las dimensiones social (por ejemplo, conformidad con la norma social, definición social de la salud) y biofísica (efectos de salud relacionados con plaguicidas) del sistema socioecológico local (Figura 2). También el marco teórico IAC dio forma a un modelo de simulación que se utilizó como una plataforma de aprendizaje con profesionales del sector para analizar opciones de políticas para promover un uso más seguro de plaguicidas (Figura 2) (Feola et al., 2012b).

Ejemplo 2: el modelo Be-WetSpa-Pest para simular la exposición humana y ambiental a la aplicación de pesticidas en Boyacá, Colombia.

El modelo Be-WetSpa-Pest es un modelo socioecológico espacialmente explícito para analizar la exposición humana y ambiental a la aplicación de pesticidas de los pequeños productores de papa en la región andina de Colombia (Binder et al., 2016).

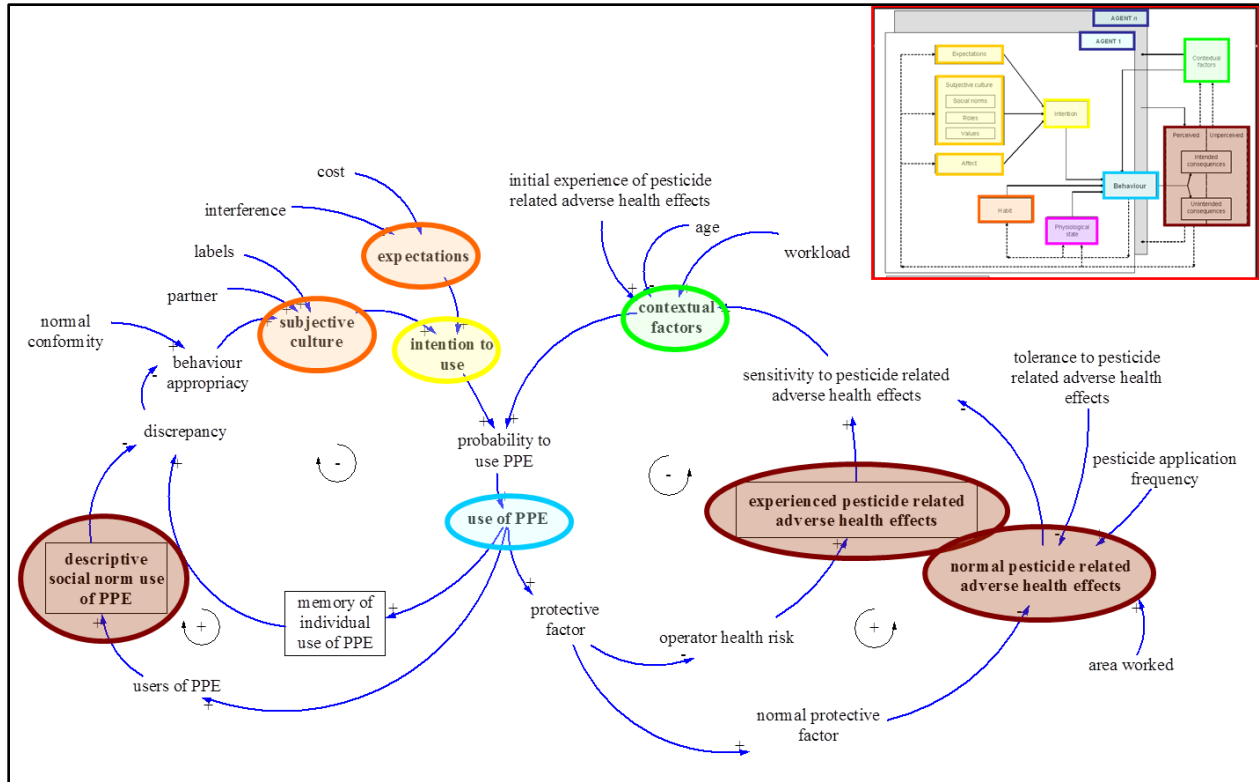


Figura 2. Diagrama del modelo dinámico del uso de protecciones personales de los campesinos en Boyacá, Colombia, y su relación con el marco teórico Integrative Agent Centred (modificado desde Feola et al. 2012b).

Además, el modelo cumple los siguientes criterios: (i) contiene un modelo de comportamiento humano, basado en Feola y Binder (2010), para estimar el efecto de las políticas sobre los flujos de plaguicidas en humanos y el medio ambiente (Figura 3); y (ii) es modular y fácilmente ampliable para incluir módulos, cultivos o tecnologías adicionales. Be-Wetspa-Pest fue calibrado y validado para Vereda La Hoya (Boyacá) y se usó para explorar el efecto de diferentes políticas en esta región.

Discusión: interdisciplinariedad y enfoque en dinámicas y procesos

En la práctica, los modelos de comportamiento dinámicos e integradores requieren un planteamiento interdisciplinario mediante los cuales se puedan adoptar diferentes métodos (por ejemplo, experimentos cuantitativos, sociales y cualitativos) para recopilar datos sobre los diversos componentes (por ejemplo, redes sociales, normas sociales, cognición, barreras biofísicas) e integrar dichos datos en el modelo. Es importante destacar que estos modelos cambian el enfoque de investigación de estados a dinámicas y procesos.

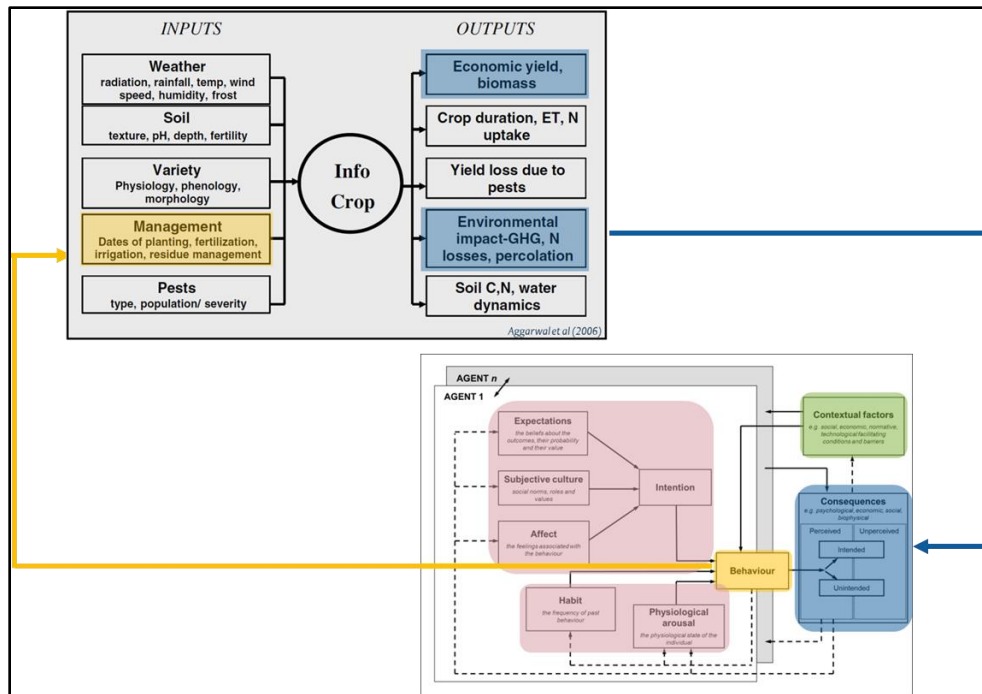


Figura 3. Representación del comportamiento humano y su relación con el marco teórico Integrative Agent Centred en el modelo Be-Wetspa-Pest (modificado desde Binder et al. 2016).

El comportamiento de los agricultores, por ejemplo, generalmente se modela linealmente como una secuencia de causas, decisiones y consecuencias. Sin embargo, la sostenibilidad agrícola implica principalmente decisiones que los actores sociales repiten cíclicamente a lo largo del tiempo y que se hacen al menos en parte como respuesta a cambios y presiones que son el resultado de conductas previas y sus consecuencias en el sistema socioecológico (Feola et al., 2015). Por ejemplo, las estrategias de manejo de cultivos son cíclicas y dependen de presiones climáticas y sociales de corto plazo (por ejemplo, fluctuaciones del mercado), pero también de estructuras sociales de largo plazo, experiencia previa, hábito y posibles efectos tecnológicos de *lock-in*. Por lo tanto, los modelos de comportamiento humano dinámicos e integradores son relevantes desde el punto de vista del diseño de políticas, ya que representan las dinámicas del comportamiento humano en los sistemas socioecológicos. No solo pueden ayudar a explicar la variación de los patrones de comportamiento (por ejemplo, algunos agricultores adoptan dadas prácticas sostenibles y otros no), sino también cómo y por qué los patrones de comportamiento persisten o desaparecen en sistemas socioecológicos específicos y cómo estos influyen, y a su vez están influenciados por, las estructuras sociales y biofísicas del sistema socioecológico.

Conclusiones

Los modelos de comportamiento humano dinámicos e integradores como el marco teórico IAC, ayudan a superar los límites de modelos que tienen fundamentos teóricos débiles, son monodisciplinarios y no representan la naturaleza dinámica del comportamiento humano. No solo guían la selección de los aspectos a considerar en el análisis, sino también la identificación de las relaciones entre ellos, para ser probados en casos específicos, a fin de respaldar la comprensión flexible y específica del contexto complejo del sistema socioecológico dado. Los modelos integradores basados en procesos son relevantes para las políticas porque pueden apoyar el análisis de la dinámica del cambio hacia la sostenibilidad a través de una mejor comprensión cómo las acciones humanas median e impulsan las interacciones dinámicas en los sistemas socioecológicos agrícolas. Es importante destacar que los modelos integradores basados en el proceso del comportamiento humano en los sistemas socioecológicos también requieren nuevas formas de hacer investigación. En primer lugar, al cambiar el enfoque de estados a dinámicas, estimulan nuevos tipos de preguntas que son relevantes para la transformación de sistemas socioecológicos: desde la explicación de decisiones puntuales hasta la comprensión de cómo y por qué las estructuras y patrones sociales y biofísicos de las acciones sociales persisten o cambian con el tiempo; desde un enfoque en comportamiento individual a uno sobre las retroalimentaciones entre las acciones y sus bases sociales y biofísicas en sistemas socioecológicos definidos espacial y temporalmente. En segundo y último lugar, si bien tienden a ser integradores y, por lo tanto, difíciles de evaluar, pueden servir como marcos conceptuales para integrar el conocimiento sobre la toma de decisiones y la acción social que tradicionalmente se mantiene separado en las subdisciplinas. Por lo tanto, facilitan la investigación colaborativa para colmar la brecha entre las ciencias naturales y sociales, pero también las divisiones más sutiles dentro de las ciencias sociales.

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado de una colaboración con muchos académicos especialmente de la Universidad de Zurich y la Universidad de Boyacá. La contribución de Claudia Binder, Jaime Díaz, Justus Gallati y Glenda García Santos es especialmente reconocida. La mayor parte de este trabajo fue financiado por la Swiss National Science Foundation.

Bibliografía

- An, L. (2012). Modeling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models. *Ecological Modelling*, Vol. 229(24), pp. 25-36.
- Binder, C.R., García-Santos, G., Andreoli, R., Diaz, J., Feola, G., Wittensöldner, M., Yang, J. (2016). Simulating human and environmental exposure from hand-held knapsack pesticide application: Be-WetSpa-Pest, an integrative, spatially explicit modeling approach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 64, pp. 3999–4008.
- Feola, G., Binder, C.R. (2010). Towards an improved understanding of farmers' behaviour: The integrative agent-centred (IAC) framework. *Ecological Economics*, Vol. 69(12), pp. 2323-2333.
- Feola, G., Gallati, J.A., Binder, C.R. (2012b). Exploring behavioural change through an agent-oriented system dynamics model: the use of personal protective equipment among pesticide applicators in Colombia. *System Dynamics Review*, Vol. 28(1), pp. 69-93.
- Feola, G., Lerner, A., Jain, M., Montefrio, M.J.F., Nicholas, K.A. (2015). Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: lessons learned from five case studies. *Journal of Rural Studies*, 39, pp. 74-84.
- Feola, G., Sattler, C., Saysel, A.K. (2012a). Simulation models in farming systems research: potential and challenges. In: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (Eds.), *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic*. Springer: Dordrecht, pp. 281-306.
- Gifford, R., Kormos, C., McIntyre, A. 2011. Behavioural dimensions of climate change: drivers, responses, barriers, and interventions. *WIREs Climate Change*, Vol. 2, pp. 801-827.
- Groeneveld, J., et al. (2017). Theoretical foundations of human decision-making in agent-based land use models—A review. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 87, pp. 39-48.
- Rossing, W., P. Zander, E. Josien, J. Groot, B. Meyer, and A. Knierim (2007). Integrative modelling approaches for analysis of impact of multifunctional agriculture: A review for France, Germany and The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Vol. 120, pp. 41–57.
- Schlüter, M., et al. (2017). A framework for mapping and comparing behavioural theories in models of social-ecological systems. *Ecological Economics*, Vol. 131, pp. 21-35.