



Pastos y Forrajes
ISSN: 0864-0394
ISSN: 2078-8452
tania@ihatuey.cu
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio
Hatuey"
Cuba

Procesos de innovación en la producción local de alimentos y energía en municipios cubanos

Suárez-Hernández, Jesús; Quevedo-Benkí, Julio Ramiro; Hernández-Aguilera, Maikel Rodolfo; Peña-Alfonso, Abel; González-Telles, Guillermo

Procesos de innovación en la producción local de alimentos y energía en municipios cubanos

Pastos y Forrajes, vol. 41, núm. 4, 2018

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158220001>

Procesos de innovación en la producción local de alimentos y energía en municipios cubanos

Innovation processes in local food and energy production in Cuban municipalities

Jesús Suárez-Hernández
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Cuba
jesus.suarez@ihatuey.cu

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158220001>

Julio Ramiro Quevedo-Benkt
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Cuba

Maikel Rodolfo Hernández-Aguilera
Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación
Agropecuaria, Cuba

Abel Peña-Alfonso
Centro de Desarrollo Local, Cuba

Guillermo González-Telles
Filial Universitaria de Martí, Cuba

Recepción: 20 Enero 2018
Aprobación: 16 Noviembre 2018

RESUMEN:

El objetivo del trabajo es realizar un análisis de los diversos procesos de innovación en la producción local integrada de alimentos y energía en el medio rural cubano en el contexto del proyecto Biomasa-Cuba1. Para la identificación y la valoración del proceso de innovación local en la producción integrada de alimento y energía (PIAE), se establecieron tres preguntas: 1) ¿qué procesos de innovación se han desarrollado o introducido?, 2) ¿en qué ha consistido la vinculación?, y 3) ¿cuáles han sido los aprendizajes clave? Se promueve la PIAE para el desarrollo de fincas agroenergéticas, la cual se ha implementado en fincas campesinas, cooperativas y granjas estatales, en 22 municipios de seis provincias cubanas. Estas concentran dos tipos de innovación: i) la siembra y manejo agronómico de *Jatropha curcas* L. para la producción de biodiésel, y ii) la integración de biodigestores en fincas de producción animal y vegetal. Además, se diseñaron y construyeron 176 biodigestores, principalmente de cúpula fija, y dos lagunas anaeróbicas cubiertas con geomembrana sintética. En el contexto organizativo existió una vinculación entre centros de investigación, filiales universitarias municipales, gobiernos y entidades estatales locales, y organizaciones profesionales y campesinas. Se concluye que el fomento de procesos de innovación local en agroenergía, en municipios cubanos, contribuye a un nuevo enfoque estratégico para la PIAE a partir de la biomasa en el medio rural, en el marco de sistemas locales de innovación, con alta participación de actores, procesos de innovación abierta y una vinculación ciencia-sector productivo-gobierno.

PALABRAS CLAVE: bioenergía, extensión, producción alimentaria.

ABSTRACT:

The objective of the work is to make an analysis of the diverse innovation processes in the local integrated food and energy production in Cuban rural areas in the context of the Biomasa-Cuba project1. For the identification and evaluation of the local innovation process in the integrated food and energy production (IFEP), three questions were established: 1) what innovation processes have been developed or introduced?, 2) What has the link consisted in?, and 3) Which have been the key learnings? The IFEP is promoted for the development of agroenergetic farms, which has been implemented in private farms, cooperatives and state farms, in 22 municipalities of six Cuban provinces. They concentrate two types of innovation: i) sowing and agronomic management of *Jatropha curcas* L. for biodiesel production, and ii) integration of biodigesters in animal and plant production farms. In addition, 176 biodigesters were designed and constructed, mainly fixed-dome ones, and two anaerobic lagoons covered with synthetic geomembrane. In the organizational context there was a link among research centers, municipal universities,

governments and local state entities, and professional and farmer organizations. It is concluded that the promotion of local innovation processes in agroenergy, in Cuban municipalities, contributes to a new strategic approach for the IFEP from biomass in rural areas, in the framework of local innovation systems, with high participation of actors, open innovation processes and a science-productive sector-government link.

KEYWORDS: bioenergy, extension, food production.

INTRODUCCIÓN

A escala global existe un reto: ¿cómo hacer coexistir la agroenergía, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente?, en presencia de cambios climáticos, degradación ambiental, crisis alimentaria y la contradicción «biocombustibles vs. alimentos», generada por una insensata política para obtener los primeros en grandes extensiones de tierra que antes se dedicaron a producir alimento, algo moralmente rechazable. No obstante, los biocombustibles son una alternativa ecológica para sustituir los combustibles fósiles, en el contexto rural, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esto se potencia en los sistemas agropecuarios integrados, en los que se pueden producir biocombustibles y alimentos (Suárez et al., 2011).

Este enfoque para producir, de forma integrada, alimentos y biocombustibles (líquidos, gaseosos y sólidos), exige desarrollar procesos de aprendizaje e innovación, crear una notable capacidad absorptiva en los diferentes actores involucrados y fomentar sistemas de innovación e interrelaciones entre los gobiernos, universidades, centros de investigación y el sector productivo, los que constituyen importantes catalizadores para una implementación exitosa de dicho enfoque integrado.

Al respecto, existen en la literatura diversos antecedentes que abordan: el aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas y de innovación (Ramírez et al., 2014), la capacidad absorptiva (Warda y Johansson, 2014; Castellacci y Natera, 2015a), la innovación abierta (West y Lakhani, 2008; West et al., 2014), los sistemas de innovación (Castellacci y Natera, 2015b; Wu et al., 2017), los sistemas locales de innovación (Saldaña, 2014; Guercini y Runfola, 2015), el vínculo universidad-empresa (Motoyama, 2014) y la Triple Hélice —la relación entre la academia, las empresas y el Gobierno— (Deakin y Leydesdorff, 2014; Gebhardt, 2015; Leydesdorff et al., 2017).

Estos enfoques configuran el ambiente nacional, regional y local para la innovación, por lo cual la literatura sobre el tema ha estructurado un sólido marco teórico para la comprensión de dichos procesos. No obstante, la gran mayoría de los trabajos se han centrado en la experiencia de empresas manufactureras y de servicios, y aún se realizan pocos esfuerzos para entender estas cuestiones en el sector agropecuario y, específicamente, en la bioenergía.

Por ello, el objetivo del trabajo es realizar un análisis de los diversos procesos de innovación en la producción local integrada de alimentos y energía en el medio rural cubano en el contexto del proyecto Biomás-Cuba.

Producción integrada de alimentos y energía en el contexto rural

El proyecto Biomás-Cuba se inició en 2009, en un contexto donde se importaban considerables volúmenes de alimentos y de combustibles, y el empleo de las fuentes renovables de energía (FRE) en ese momento no era una alta prioridad para el Gobierno, a diferencia de la producción de alimentos. Desde su concepción, se decidió enfocarlo a tres temas: biodiésel, biogás y gasificación, y su producción y utilización en el marco de los propios sistemas agropecuarios para contribuir a la producción de alimentos, a la reducción de los costos y a la mejora de la calidad de vida rural y del medioambiente.

En este sentido, el proyecto contribuyó en la producción integrada de alimentos y biodiésel de *Jatropha curcas* L.; la producción de biogás y bioabonos a partir de los efluentes de biodigestores; la gasificación de biomasa para generar energía; la evaluación de los sistemas integrados para producir alimentos y energía en Cuba; y el impacto económico, social y ambiental generado, con un fuerte vínculo entre las comunidades y los decisores, así como con una notable vinculación ciencia-sector productivo-gobierno (Suárez y Martín, 2012). Estos resultados se obtuvieron en seis provincias cubanas y contribuyeron a mejorar la calidad de vida, mediante la producción integrada de alimentos y energía (PIAE), en armonía con el medioambiente.

La importancia de esta experiencia radica en el fomento de sistemas locales de innovación en bioenergía, basados en procesos de innovación abierta entre múltiples actores (investigadores, productores, decisores, instituciones estatales y comunidades), en los cuales surge un nuevo concepto: la finca agroenergética², se difunden nuevas tecnologías apropiadas y aplicaciones en Cuba, se fomentan redes nacionales e internacionales y se incide en políticas públicas, todo ello apoyado en la formulación e implementación de estrategias locales de PIAE.

Para la identificación y valoración de la producción integrada de alimentos y energía en Cuba, en el contexto rural, y para la caracterización del vínculo entre el sector productivo, los investigadores, los profesores y los decisores del gobierno, se establecieron tres preguntas para el análisis de los procesos de innovación:

- 1) ¿Qué procesos de innovación se han desarrollado o introducido?,
- 2) ¿En qué ha consistido la vinculación?, y
- 3) ¿Cuáles han sido los aprendizajes clave?

Procesos de innovación desarrollados o introducidos en el contexto rural

Se promovió la PIAE mediante la implementación de fincas agroenergéticas, ubicadas en fincas campesinas, cooperativas y granjas estatales, en 22 municipios de las provincias de Guantánamo, Holguín, Granma, Las Tunas, Sancti Spíritus y Matanzas (el 40 % de las provincias cubanas). En estos sistemas se concentran principalmente dos tipos de innovación: i) la siembra y el manejo agronómico de cultivos alimenticios en asociación con *J. curcas*, un arbusto apropiado para la producción de biodiésel a partir de las semillas de sus frutos, y ii) la integración de biodigestores en fincas de producción animal y vegetal.

En tal sentido, surgió el primer modelo para la producción de biodiésel a partir de la evaluación de un germoplasma de plantas oleaginosas no comestibles, como *J. curcas*, *Ricinus communis* L. y *Aleuritis trisperma*, introducidas en el país o colectadas en áreas rurales de Cuba, que fueron establecidas en bancos de germoplasma de tres provincias (Machado et al., 2012). Esta evaluación fue complementada por la realizada en conjunto con varios campesinos en sus propias fincas, lo que permitió identificar materiales promisorios, principalmente de *J. curcas*, por sus rendimientos de semilla y aceite. Teniendo en consideración los aspectos señalados acerca de *J. curcas* y las características fisicoquímicas de su aceite, se identificó como la planta más apropiada para producir biodiésel en Cuba (Sotolongo et al., 2012).

Se evaluaron combinaciones de plantación de *J. curcas* y entre las hileras se intercalaron 21 cultivos agrícolas, entre los que sobresalieron con los mejores rendimientos el frijol, la soya, el maní, el maíz, la yuca, el sorgo y el arroz, con la aplicación de un riego de supervivencia y fertilización con bioabonos (Sotolongo et al., 2012). Esta experiencia de intercalamiento de cultivos en las hileras de *J. curcas* demostró que es posible incrementar la productividad por hectárea con arreglos espaciales que permiten producir biodiésel y cultivos para el consumo humano.

Por otra parte, la reforestación con *J. curcas* se realizó en el 74 % de los suelos no utilizados para la agricultura, con diversas condiciones de degradación —salinidad, erosión, baja fertilidad—, en áreas de alta fragilidad con afectaciones medioambientales y, en varios casos, en cuencas hidrográficas degradadas. Esto generó impactos ambientales, ya que se ha valorado que dichas plantaciones secuestran anualmente 1 956

000 t de dióxido de carbono (CO₂), un importante GEI; J. curcas, por ejemplo, captura 6 kg de CO₂/año/árbol (Suárez y Martín, 2012).

El segundo modelo de innovación (biogás y bioabono) promueve la construcción de biodigestores para el tratamiento anaeróbico de excretas porcinas y vacunas, los cuales generan biogás como portador energético y bioabonos de alta calidad. En este contexto se diseñaron y construyeron 176 biodigestores, principalmente de cúpula fija (hasta 90 m³ de capacidad), además de tubulares de polietileno y dos lagunas anaeróbicas cubiertas con geomembrana sintética de alta densidad³ de 400 y 5 000 m³. Estas instalaciones generan notables producciones, tanto de biogás⁴ (que se utiliza en la cocción de alimento humano y animal, refrigeración, generación de electricidad y riego⁵), como de bioabonos⁶, a partir de los efluentes de los biodigestores, destinados a la mejora de suelos degradados (Suárez, 2017). En este proceso de innovación ha sido clave el vínculo entre varios centros de investigación, empresas porcinas y campesinos, lo cual ha generado sinergias y diversas mejoras en las tecnologías, diseños y componentes de los diferentes sistemas de biodigestores.

Otra innovación de impacto en la calidad de vida de los pobladores es la creación de cuatro redes de suministro de biogás, alimentadas por biodigestores, que benefician a 53 viviendas y 272 personas en el municipio Cabaigüán (en el centro del país), las que constituyen las primeras comunidades rurales en Cuba con una red de abasto de gas en la cocción de alimentos y otros usos, con un ahorro anual de electricidad de 77,2 MWh.

También es objeto de análisis la gasificación de biomasa para la generación de energía, proceso más eficiente que la combustión tradicional, como leña o carbón. Se instalaron dos gasificadores y sus generadores, con capacidad de 20 y 40 kW de potencia, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), en la provincia de Matanzas, y en un aserradero de madera, en la provincia de Santiago de Cuba, operados con ramas y troncos de marabú [*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn.] y con residuos de las podas de los sistemas agroforestales pecuarios y del procesamiento de la madera (corteza), respectivamente (Cepero et al., 2012).

Se realizaron valoraciones económicas y ambientales para evaluar la PIAE en diferentes escenarios productivos de 15 municipios. Se encontró un incremento de la producción local de alimentos (vegetales, frutas, leche, carne y huevos), influido por las innovaciones antes mencionadas, de 1,6 a 27,3 millones de pesos cubanos (CUP), y se diversificaron notablemente los renglones productivos. Asimismo, entre 2013 y 2016 se generaron 88,7 millones de CUP, por sustitución de importaciones de alimentos, combustibles y fertilizantes por un valor de 5,9 millones de USD —sin considerar los ahorros en fletes marítimos (Suárez, 2017).

En la mejoría de la calidad de vida de las familias campesinas se destacan: la creación de 372 nuevos empleos directos, con un salario medio mensual superior al salario medio de las provincias involucradas, de los cuales el 28 % son ocupados por mujeres, lo cual favorece la economía familiar.

También se ha generado un impacto ambiental positivo asociado a la reforestación con 335 000 árboles, lo que favorece el secuestro de carbono; la sustitución de combustibles fósiles y la disminución de emisiones de CO₂ y SO₂ por el manejo de las excretas porcinas y bovinas; la producción de bioabonos que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, entre otros.

Un catalizador clave de todo este proceso de innovación ha sido la formulación e implementación de estrategias locales de PIAE en seis municipios, las cuales se integran a su estrategia de Desarrollo Local, lo que ha permitido dotar a sus gobiernos de un instrumento de gestión estratégica para promover, en el marco de sinergias, la seguridad alimentaria, la utilización de FRE, el tratamiento y aprovechamiento de residuales, la recuperación de tierras, la reducción de GEI y la mitigación y adaptación al cambio climático.

Importancia de la vinculación ciencia-sector productivo-gobierno en los procesos de innovación

Estos resultados se obtuvieron mediante el fomento de intensos procesos de innovación abierta de los investigadores y los productores y entre estos, a los que se incorporaron decisores locales de los gobiernos y de las entidades estatales, así como los centros y filiales universitarias municipales. Ello permitió crear una especie de sistemas locales de innovación, en los cuales son elementos permanentes la participación e inclusión de todos, el aprendizaje individual y organizacional, y la creación de capacidades absorptivas y de innovación local.

En los municipios participantes, esta vinculación se hizo más estrecha entre el Comité Operativo Local, el Consejo de la Administración Municipal (CAM), la Delegación Municipal de la Agricultura, las direcciones municipales de Planificación Física, Economía y Planificación, Recursos Hidráulicos y de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), el Centro Universitario Municipal y otros proyectos que actúan en estos territorios, con lo cual se logran importantes sinergias. En este sentido, semestralmente en los CAM —el poder ejecutivo local— se evalúa la implementación de las Estrategias Locales de PIAE —antes abordadas—, que existen en seis municipios; mientras que una vez al año se realiza esta valoración por las Asambleas Municipales del Poder Popular —el poder legislativo local.

El contexto organizativo para la implementación de estos procesos de innovación se manifiesta en una permanente vinculación entre centros de investigación, filiales universitarias municipales, productores —con énfasis en campesinos y campesinas—, gobiernos y entidades estatales locales y organizaciones profesionales y campesinas, que más que una Triple Hélice es una Cuatri Hélice —ampliada con la sociedad civil—, lo cual ha permitido incidir en políticas públicas locales.

Asimismo, los actores locales interactúan periódicamente con decisores nacionales y sectoriales, vinculados a los Ministerios de Energía y Minas (Minem), Agricultura (Minag), Educación Superior (MES), Industrias (Mindus) y al de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), lo cual contribuye a incidir no solo en políticas públicas locales, sino también a nivel ministerial y nacional. Como ejemplos de esta interacción se destacan las siguientes: i) las Direcciones de Energía Renovable y de Política Energética del Minem, ii) varias empresas de las industrias metal-mecánica, química y de equipos domésticos para fabricar equipamiento y componentes de los sistemas de biogás y biodiésel, y iii) los Grupos Empresariales Agrícola, Agroforestal, Ganadero y Labiofam, para capacitar a sus directivos y especialistas, así como implementar diversas tecnologías para la bioenergía

Aprendizajes clave en la PIAE

Referente a las lecciones aprendidas o en construcción, se destacan:

El enfoque temático centrado en la PIAE, con la aplicación del concepto de finca agroenergética, que ha posibilitado crear en diversos actores una concepción más integrada y sistémica.

Un amplio trabajo en red entre todos los actores y sinergias a escala local, territorial y nacional, apoyado en la participación en plataformas mult institucionales y multiactorales, así como una vinculación entre el sector académico y los productores y decisores.

Intensos procesos de innovación agrícola local, en el marco de un modelo de innovación abierta orientado hacia el logro de resultados prácticos, en el que se desarrollan y mejoran tecnologías e innovaciones con amplia participación del beneficiario, para la sostenibilidad de las acciones.

Vínculos directos con los productores y sus familias, lo que ha permitido acompañarlos en el desarrollo de procesos de producción sostenible con participación comunitaria.

El fomento de sinergias con otros proyectos internacionales y con instituciones (ministerios, gobiernos locales, empresas, organizaciones técnicas y de productores, y campesinos).

El permanente proceso de sistematización y socialización de resultados, experiencias, buenas prácticas, tecnologías y diseños, entre otros, dirigido a beneficiarios directos y gestores del proyecto, decisores de políticas y al sector científico y académico, a escala local, provincial y nacional.

La contribución activa a la formulación de los programas nacionales de biogás y biodiésel.

CONCLUSIONES

El fomento de procesos de innovación local en agroenergía, en municipios cubanos, contribuye a un nuevo enfoque estratégico para la PIAE a partir de la biomasa en el medio rural, en el marco de sistemas locales de innovación, con alta participación de actores, procesos de innovación abierta y una vinculación ciencia-sector productivo-gobierno.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto internacional Biomasa-Cuba, financiado por la Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo (Cosude), el cual contribuyó con el financiamiento para la implementación de tecnologías e innovaciones vinculadas a la producción de alimentos y energía en el contexto rural cubano.

REFERENCIAS

- Castellacci, F. & Natera, J. M. Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: development paths in Latin America 1970-2010. TIK Working Papers on Innovation Studies No. 20150820. Oslo: Centre for Technology, Innovation and Culture, 2015a.
- Castellacci, F. & Natera, J. M. The convergence paradox: the global evolution of national innovation systems. TIK Working Papers on Innovation Studies No. 20150821. Oslo: Centre for Technology, Innovation and Culture, 2015b.
- Cepero, L.; Recio, A.; Palacios, A.; Iglesias, Y. & Suárez, J. Gasificación de biomasa para la producción de electricidad. En: J. Suárez y G. J. Martín, eds. La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural: La experiencia de Biomasa-Cuba. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 143-149, 2012.
- Deakin, M. & Leydesdorff, L. The triple helix model of smart cities: a neo-evolutionary perspective. In: M. Deakin, ed. Smart cities: governing, modelling and analyzing the transition. London: Routledge. p. 134-149, 2014.
- Gebhardt, Christiane. The spatial dimension of the triple helix: the city revisited—towards a mode 3 model of innovation systems. Triple Helix. 2:11-14, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1186/s40604-015-0024-3>
- Guercini, Simone & Runfola, A. Actors' roles in interaction and innovation in local systems: a conceptual taxonomy. J. Bus. Ind. Marketing. 30 (3/4):269-278, 2015.
- Leydesdorff, L.; Etzkowitz, H.; Ivanova, Inga & Meyer, M. The measurement of synergy in innovation systems: redundancy generation in a triple helix of university-industry-government relations. Working Paper Series SWPS 2017-08. United Kingdom: Science Policy Research Unit, University of Sussex, 2017.
- Machado, R.; Sotolongo, J. A. & Rodríguez, E. Caracterización de colecciones de oleaginosas útiles para la producción de biocombustible. En: J. Suárez and G. J. Martín, eds. La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural: La experiencia de Biomasa-Cuba. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 41-69, 2012.
- Motoyama, Y. Long-term collaboration between university and industry: A case study of nanotechnology development in Japan. Technol. Soc. 36 (1):39-51, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.09.001>.
- Ramirez, M.; Bernal, Paloma; Clarke, I. & Hernandez, I. Distinguishing patterns of learning and inclusion through patterns of network formation in developing agricultural clusters. Working Paper Series SWPS 2014H20. United Kingdom: Science Policy Research Unit, University of Sussex, 2014.

- Saldaña, A. Integración regional y sistemas locales de innovación: desafíos para las MIPYMES. Una perspectiva desde México. *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*. 23 (4):629-642, 2014.
- Sotolongo, J. A.; Suárez, J.; Martín, G. J.; Cala, Marlenis; Vigil, María; Toral, Odalys et al. Producción integrada de biodiésel y alimentos: la concepción de una tecnología agroindustrial apropiada para Cuba. En: J. Suárez and G. J. Martín, eds. *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural: La experiencia de Biomasa-Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 100-112, 2012.
- Suárez, J. Informe final del proyecto Biomasa-Cuba Fase II. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2017.
- Suárez, J. & Martín, G. J., Eds. *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural: La experiencia de Biomasa-Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2012.
- Suárez, J.; Martín, G. J.; Sotolongo, J. A.; Rodríguez, E.; Savran, Valentina; Cepero, L. et al. Experiencias del proyecto Biomasa-Cuba. *Alternativas energéticas a partir de la biomasa en el medio rural cubano*. *Pastos y Forrajes*. 34 (4):473-496, 2011.
- Warda, P. & Johansson, B. Knowledge absorption in the development of export products. Paper No. 368. Estocolmo: Centre of Excellence for Science and Innovation Studies, The Royal Institute of Technology, 2014.
- West, J. & Lakhani, K. R. Getting clear about communities in open innovation. *Industry and Innovation*. 15 (2):223-231, 2008.
- West, J.; Salter, A.; Vanhaverbeke, W. & Chesbrough, H. W. Open innovation: the next decade. *Res. Pol.* 43 (5):805-811, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>.
- Wu, J.; Zhuo, S. & Wu, Z. National innovation system, social entrepreneurship, and rural economic growth in China. *Technol. Forecast Soc. Change*. 121:238-250, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.014>.