

5-1-2016

Agrociencias en contexto

Hno. Ariosto Ardila Silva, FSC

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros>

Recommended Citation

Ardila Silva, FSC, Hno. Ariosto, "Agrociencias en contexto" (2016). *Libros en acceso abierto*. 35.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/35>

This Libro is brought to you for free and open access by the Ediciones Unisalle at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Libros en acceso abierto by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

4

Cuadernos de Seminario

AGROCIENCIAS EN CONTEXTO

UNIVERSIDAD DE
LA SALLE

Cuadernos de Seminario 4

**AGROCIENCIAS
EN CONTEXTO**

Hno. Ariosto Ardila Silva, Fsc.

Compilador

UNIVERSIDAD DE
LA SALLE

Vicerrectoría de Investigación y Transferencia

Doctorado en Agrociencias

Bogotá

2016

ISSN: 2382-3720

Primera edición: Bogotá D. C., junio de 2016

© Derechos reservados, Universidad de La Salle

Edición

Oficina de Publicaciones

Cra. 5 N.º 59A-44 Edificio Administrativo 3er piso

PBX: (571) 348 8000 ext.: 1224

Directo: (571) 348 8047

publicaciones@lasalle.edu.co

Dirección editorial

Guillermo Alberto González Triana

Coordinación editorial

Ella Suárez

Corrección de estilo

Pablo Emilio Daza Velásquez

Diseño de carátula

William Yesid Naizaque Ospina

Diagramación

Nancy Patricia Cortés Cortés

Impresión

CMYK Diseño e Impresos SAS

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier procedimiento, conforme a lo dispuesto por la ley.

Impreso y hecho en Colombia

Contenido

Presentación	7
<i>Hno. Ariosto Ardila Silva, Fsc.</i>	
Ciencias pecuarias, agrociencias y sus publicaciones	11
<i>Sergio S. González Muñoz</i>	
Agrociencias y empresas del agro: condicionantes y perspectivas en América Latina	19
<i>Giovanni E. Reyes</i>	
Bioprospección en el contexto de bioeconomía, desarrollo sostenible e innovación con énfasis en nuestros pueblos indígenas	35
<i>Liliana Betancourt López</i>	
Observatorios de zona crítica en la Orinoquía y Amazonía	45
<i>Rosalina González Forero</i>	
La Orinoquía en el contexto de la nueva ruralidad y las agrociencias	57
<i>Laila C. Bernal Bechara</i>	
<i>Álvaro Suárez Londoño</i>	
<i>Ariosto Ardila Silva</i>	
La ciencia animal en el contexto de las agrociencias	73
<i>Laila C. Bernal Bechara</i>	
De la agrociencia al análisis sobre agua, pobreza y desarrollo	87
<i>Gustavo Correa Assmus</i>	

El mercado agroalimentario en el contexto de las agrociencias y sus efectos en la malnutrición	99
<i>Carlos Arturo Meza Carvajalino</i>	
Derechos de propiedad sobre la tierra y desarrollo rural en Colombia	107
<i>Wilson Vergara Vergara</i>	
Aproximación a un modelo estadístico (basado en lógica difusa) de medición de riesgo ambiental a partir de indicadores de sostenibilidad para el departamento del Putumayo	125
<i>Tatiana Pamela Jiménez</i>	
Enfoque interdisciplinar de la dinámica y el control de las enfermedades zoonóticas	137
<i>Patricia Hernández-Rodríguez</i>	
<i>Diego Soler-Tovar</i>	
<i>Arlen Gómez</i>	

Presentación

*Hno. Ariosto Ardila Silva, Fsc.**

Al tenerse en cuenta como referencia el documento maestro del Doctorado en Agrociencias de la Universidad de La Salle, y previo a una recapitulación de escritos relacionados con las agrociencias por parte de invitados internacionales, profesores y estudiantes del programa, para conformar el cuarto volumen de la colección Cuadernos de Seminario, es requisito previo aproximarnos al campo de las agrociencias, desde un contexto de trópico, y con un enfoque inter y transdisciplinar, como alternativa de respuesta al desarrollo rural y al posacuerdo que se está gestando en el país.

En el contexto de las apuestas del Doctorado en Agrociencias y la propuesta de esta publicación, las agrociencias son un concepto, más que una definición o área de conocimiento. Agrociencia es la traducción de la investigación que desde la riqueza biológica del mundo rural se transforma en desarrollo económico sustentable y social para contextos de trópico. En otras palabras, es la traducción de la investigación en innovación para el mundo rural tropical que se debe expresar a través de bioeconomías y el desarrollo rural integral.

Al ahondar un poco más, las agrociencias son la integración entre las ciencias biológicas y las ciencias del agro, relacionadas con el entorno social y económico con una visión interdisciplinaria y transdisciplinaria, que integra la investigación con procesos de desarrollo tecnológico que permitan acelerar la innovación y generar cadenas de valor para la solución de las problemáticas de la agricultura tropical y del mundo rural.

* Licenciado en Educación con Especialidad en Estudios Religiosos y Zootecnista de la Universidad de La Salle. Magíster en Genética de Poblaciones de la Pontificia Universidad Javeriana. Doctor en Genética y Mejoramiento Animal de la Universidad Federal de Vicosa, Brasil. Actualmente es director del Doctorado en Agrociencias y de la Maestría en Agrociencias. Profesor asociado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle. Integrante del grupo de investigación Reproducción y Mejoramiento en Animales Tropicales (Remeat) asociado a la línea de Gestión y Biotecnologías de la Reproducción. Correo electrónico: aardilas@unisalle.edu.co

El Doctorado en Agrociencias reivindica su preocupación por el deterioro y destrucción del medio ambiente debido a causas antrópicas, mediante un modelo de crecimiento económico que está agotando los recursos naturales y la alteración de los ecosistemas. Además de este deterioro ambiental, también se han generado desigualdades sociales, en las que el pequeño y mediano productor es cada día menos competitivo, debido, principalmente, a la falta de acceso a las nuevas tecnologías, ausencia de crédito y servicios públicos, como a la falta de oportunidades. Por otra parte, los modelos de investigación y desarrollo tecnológico aún no están al alcance de un gran número de productores, lo que aumenta la brecha tecnológica y económica en el sector rural. Es aquí donde el Doctorado en Agrociencias contribuye, a través de la formación y la generación de conocimiento, a la búsqueda de soluciones a dichas necesidades, en especial, la seguridad alimentaria, la generación de trabajo, el valor agregado de los productos agropecuarios con énfasis en la población rural menos favorecida; además, participa activamente en la democratización del conocimiento y contribuyendo de esta manera al desarrollo de la sociedad, desde los estudios rurales, bioeconomía e innovación y las agrociencias en sí.

La Universidad de La Salle, sin excluir otras regiones, hace una apuesta por la Orinoquía colombiana, conformada por ecosistemas que son frágiles para los proyectos minero-energéticos y agroindustriales, y ante la propuesta que la subregión de la altillanura se convierta en la gran frontera agrícola del país. Pero al mismo tiempo, estas subregiones de la Orinoquía colombiana están conformadas por ecosistemas antifrágiles, pues allí se encuentra el 40% de riqueza hídrica del país, además de una riqueza en biodiversidad. La apuesta es también por las culturas locales de grupos indígenas y campesinos, que mediante proyectos de investigación participativa, con los expertos o académicos, se construyan mejores condiciones de vida.

Así, en el contexto que se presenta estos escritos del Doctorado en Agrociencias, se inicia con el ensayo del invitado internacional, Sergio González, “Ciencias pecuarias, agrociencias y sus publicaciones”, que pretende dar respuesta a la pregunta: ¿cómo se transmite el conocimiento fruto de investigaciones en las ciencias pecuarias y las agrociencias, a través de un artículo científico? Cabe resaltar que el objetivo de los estudios científicos no consiste en encontrar diferencias significativas, sino presentar respuestas en las cuales esté presente la incertidumbre del conocimiento. El ensayo del otro invitado internacional, el profesor Giovanni E. Reyes, “Agrociencias y

empresas del agro: condicionantes y perspectivas en Latinoamérica”, busca ahondar en los rasgos esenciales del sector agrícola, como son: los problemas económico-productivos estructurales que le son propios; los subsidios macroeconómicos que este sector ha realizado regularmente a otros sectores económicos y sociales en América Latina.

Por parte de los profesores del doctorado, la profesora Liliana Betancourt escribe sobre “bioprospección en el contexto de bioeconomía, desarrollo sostenible e innovación en nuestros pueblos indígenas”, adentrándose en el concepto de bioprospección; su potencial como promotor de desarrollo, de bioeconomías locales y regionales, y sus excesos y limitaciones con los pueblos indígenas. La profesora Rosalina González presenta “observatorios de zona crítica en la Orinoquía y Amazonía”, comparando la zona crítica como la piel de nuestro planeta, donde la roca, el suelo, el agua, el aire y los organismos interactúan para regular el medio ambiente, fundamental para la vida y soportando todas las actividades humanas.

Entre los estudiantes de la primera cohorte, Laila Bernal, junto a dos profesores, aborda el tema “la Orinoquía en el contexto de la nueva ruralidad y las agrociencias”, revisión que pretende hacer un abordaje de la región, comenzando con las diferentes apropiaciones de los ecosistemas de la Orinoquía colombiana, desde el concepto de la nueva ruralidad y algunos antecedentes, hasta cómo pensar el desarrollo económico de la Orinoquía colombiana, teniendo como base el territorio rural y la realidad de una Colombia eminentemente rural, hasta llegar a los desafíos de la nueva ruralidad y el desarrollo sostenible en el campo de las agrociencias.

De igual manera, la estudiante presenta el texto “La ciencia animal en el contexto de las agrociencias”, en el cual reflexiona sobre el papel que desempeñan las agrociencias y la ciencia animal en la producción de alimentos de forma eficiente, que permitan a su vez la conservación de los ecosistemas, y el rol de los investigadores en su búsqueda de alternativas y herramientas desde la innovación y la bioeconomía que permitan a las comunidades un desarrollo integral, en prospectiva y con equidad.

El estudiante Gustavo Correa, con su trabajo: “De la agrociencia al análisis sobre agua, pobreza y desarrollo”, pretende desde lo teórico llevar a cabo un acercamiento al concepto *agrociencia*, y así contribuir a su conceptualización, la presencia de sinergias históricas entre el agro y la economía, y las relaciones empíricas entre agua, pobreza y desarrollo en Colombia, las cuales cuentan con brechas de inequidad que repercuten sobre el desarrollo

socioeconómico del país. Por último, el estudiante Carlos Arturo Meza, con “el mercado agroalimentario en el contexto de las agrociencias y sus efectos en la malnutrición”, enfatiza en cómo las cadenas agroalimentarias en sus deficiencias de mercado son causante de la malnutrición; este distanciamiento permite entender la cadena agroalimentaria como parte de un sistema, en el que el consumo toma relevancia, puesto que como elemento final de la cadena recoge todos los efectos que se pueden materializar en problemas de salud pública.

Como estudiante de la segunda cohorte, Wilson Vergara presenta un ensayo: “Derechos de propiedad sobre la tierra y desarrollo rural en Colombia”, donde llama la atención sobre el vacío en la definición de los derechos de propiedad sobre la tierra, trayendo como consecuencia la limitación al desarrollo rural y causa principal del conflicto que vive el país en las últimas décadas; como consecuencia, la propiedad sobre la tierra no puede tener derechos absolutos sino limitados, pues el beneficio social debe primar sobre el beneficio privado. Tatiana Jiménez, estudiante de esta misma cohorte, en su ensayo: “Aproximación a un modelo estadístico (basado en la lógica difusa) de medición de riesgo ambiental a partir de indicadores de sostenibilidad para el departamento del Putumayo”, justifica el uso de la lógica difusa como alternativa para la construcción de un modelo estadístico de medición de riesgo ambiental, para relacionar indicadores sociales, económicos y ambientales que, basados en el estado de sostenibilidad del sistema ecológico de la cuenca media del río Putumayo, generen una estimación del riesgo al cual se encuentra expuesta la población por la presencia de xenobióticos.

Por último, los estudiantes de la tercera cohorte, Patricia Hernández y Diego Soler, y la profesora Arlen Gómez, presentan: “Enfoque interdisciplinar de la dinámica y el control de las enfermedades zoonóticas”, ensayo en el que destacan el trabajo multi e interdisciplinar, al permitir el desarrollo de una visión integral de la salud humana, animal y ambiental, en la que se genera un espacio propicio para la integración de la economía y la epidemiología veterinaria en el desarrollo de políticas y estrategias que conlleven el mejoramiento de la salud de animales y humanos. Con esta recapitulación de escritos del Doctorado en Agrociencias hacemos un llamado a la comunidad universitaria para que siguiendo la declaratoria del Plan Institucional de Desarrollo (PID) 2015-2020, y de esta manera apostar creativamente por la construcción de la paz a partir del desarrollo rural en perspectiva ecológica integral.

Ciencias pecuarias, agrociencias y sus publicaciones

*Sergio S. González Muñoz**

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) define *ciencia* como el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, y son conocimientos relativos a las ciencias exactas, fisicoquímicas y naturales, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales. Agrega que se refiere al saber o erudición, y ser un pozo de ciencia; hombre de ciencia y virtud, habilidad, maestría, y un conjunto de conocimientos. Según la RAE, *pecuario* es lo perteneciente o relativo al ganado, *zootecnia* es el arte de la cría, multiplicación y mejora de los animales domésticos; aunque *agrociencia* no está en el diccionario, se entiende como la ciencia de la agricultura. Las definiciones anteriores sirven para justificar el título de este ensayo, en el cual mencionaré cómo se trasmite el conocimiento derivado de investigaciones en el ámbito de las ciencias pecuarias y agrociencias en artículos científicos.

Ciencia y sus principios básicos

Una investigación científica válida debe estar dentro de los principios básicos de la ciencia, la cual busca interpretar la realidad y los fenómenos de la naturaleza. Los dos primeros principios de la ciencia fueron postulados por sabios griegos, 500 años a. C., aproximadamente, y son los siguientes: 1) la naturaleza se rige por leyes y 2) esas leyes se pueden conocer mediante el

* PhD y MSc de la University of Nebraska. B.Sc. Texas A&M University-Kingsville. Profesor investigador titular del Colegio de Postgraduados. Miembro de la Academia de Ciencias de México y del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Evaluador para CONACYT y el SNI. Director de Agrociencia. Árbitro para *Journal of Animal Science*, *Animal Feed Science and Technology*, *Livestock Science*. Correos electrónicos: ssgonzal45@gmail.com; ssgonzal45@hotmail.com

razonamiento humano. Transcurrieron 2500 años para que en 1927 Werner Heisenberg, un físico alemán, con base en mediciones realizadas a una partícula elemental, el electrón, planteara el principio tres, conocido como indeterminación o incertidumbre: conocer algo implica una interacción, la cual induce un cambio en la propiedad que se medirá. En 1931, el matemático austríaco Kurt Godel estableció que para un conjunto de axiomas es posible hacer enunciados que, desde esos axiomas, no pueden demostrarse ni que son así ni que no son así. En las investigaciones científicas de la agricultura y la zootecnia, el tercer principio significa asignar una probabilidad de significancia estadística para mostrar si los tratamientos afectan o no las variables analizadas.

El objetivo de los estudios científicos no es encontrar diferencias significativas, sino la de presentar respuestas en las cuales esté presente la incertidumbre del conocimiento. Lo anterior también se encuentra en el saber general sobre todo lo humano y Jorge Luis Borges lo expresó así: “La verdad es que no tengo ninguna revelación que ofrecer. Así que solo puedo ofrecerles mis perplejidades. He dedicado la mayor parte de mi vida a la literatura, y solo puedo ofrecerles dudas”. Con una orientación similar de entendimiento, Jaime Sabines escribió: “No quiero convencer a nadie de nada. Tratar de convencer a otra persona es indecoroso. Que cada uno llegue a la verdad por sus propios pasos, y que nadie le llame equivocado o limitado. Yo quiero solo mostrar, no demostrar”.

La palabra y la lectura

El conocimiento científico se debe comunicar a otros investigadores y al público en general, para lo cual la palabra es indispensable. Las referencias acerca de la palabra y del habla se encuentran en culturas muy diversas y antiguas. Así, en el Evangelio según San Juan se lee: “Al Principio era el Verbo, y frente a Dios era el Verbo, y el Verbo era Dios”. Las culturas de origen náhuatl utilizaron una imagen para el concepto de la palabra “la vírgula o voluta”, y “fue Quetzalcoatl quien hizo sonar su caracol y definió el sonido, es decir, la palabra oral, el habla, las ideas, la voz misma, aludiendo así al soplo divino y, de manera más exacta, al espíritu del hombre”. Además, Garza, Medina, Padilla, Ramos y Zalaquett (2008) refieren, respecto al Popol Vuh, de la cultura maya, “Esta es la relación de como todo estaba en suspenso, todo

en calma [...] Llegó aquí entonces la palabra, vinieron Tepeu y Kukumatz en la oscuridad, en la noche, y hablaron entre sí”.

Ya en el siglo XX, Alfonso Reyes (2009) señala que “el primer componente de la comunicación es la palabra, y el don de hablar es típico del ser humano, quien ha hecho el habla, pero el habla ha hecho al hombre. La escritura vino después y sirve para enviar a distancia las señales del habla, lo cual es el concepto de fijación en el espacio, así como para guardar las expresiones y el contenido del habla, que corresponde al concepto de fijación en el tiempo”. Hay una muy estrecha relación entre la palabra y el ser humano, como lo expresa Andrés Henestrosa (2006) en sus versos: Las palabras dan luz a las palabras / La letra perfuma / Soy el idioma que hablo / Porque mientras construyo la lengua / También me voy haciendo yo. Agrega Henestrosa (2006): “binigundaza es la leyenda más vieja de la tradición zapoteca; hay que fracturar la palabra, adelantar y retroceder el acento para hallarla; por flexible, puede significar, según que avance o retroceda el acento, varias cosas; y a cada significado puede corresponder una leyenda distinta”.

El español, nuestra lengua, es una unidad de cultura, un modo de ser, un continuo hacerse y renovarse, y nuestras palabras se encuentran en los libros. Sergio Pitol cita a Borges para recordar que “de los diversos instrumentos del hombre, el más asombroso es, sin duda, el libro por ser una extensión de la memoria y de la imaginación” (2006). Y Pitol prosigue: “el libro distribuye conocimientos y miserias, ilumina y engaña, libera y manipula; en cuanto a las humanidades y las ciencias, los libros seguirán siendo su espacio ideal, sus columnas de apoyo”. La lectura de un libro entrega relatos, poemas, dramas, historias y ciencia. Conocer y entender las palabras de los libros desarrolla la capacidad para la comprensión, el pensamiento, la reflexión y el discernimiento, lo cual es indispensable para los estudios científicos.

Bertha Gutiérrez Rodilla, en su libro: *La ciencia empieza en la palabra*, indica que “la vida del pensamiento y de la ciencia es inherente a los símbolos, un buen lenguaje es importante para pensar bien, es la esencia del pensamiento, y toda ciencia es una lengua bien hecha” (1998). En consecuencia, el lenguaje se usa para las investigaciones científicas, cuyos hallazgos son presentados de manera oral en reuniones y congresos, y con la escritura de artículos publicados en revistas especializadas así como en libros.

El artículo “Hábitos de lectura de la literatura científica entre los investigadores” (Scientific Electronic Library Online [SciELO], 2014) destaca

la importancia de la lectura de artículos científicos, como se muestra a continuación.

La investigación científica evolucionó a partir del conocimiento acumulado a lo largo de la historia de la ciencia y, especialmente, de los estudios más recientes. En la actualidad, los investigadores están expuestos a una avalancha de información científica, sobre todo por medios digitales, lo cual convierte en un reto constante la selección de lo que es relevante y acompañar los recientes desarrollos en un tema en particular.

En un estudio se encontró que el 69% de los artículos leídos en las universidades de Australia y 54% en las de Estados Unidos provienen de suscripciones de bibliotecas, y de ellas el 97% en Australia y el 93% en Estados Unidos son en formato electrónico. El formato preferido para la lectura es el impreso: el 60% en Australia y 51% en Estados Unidos; la lectura en la pantalla de computadores y otros dispositivos se prefiere en un 48% en Estados Unidos y el 42% en Australia.

En la Universidad de Tennessee, el número medio de artículos que los académicos leyeron en 2011-2012 fue 288, contra 280 en 2005. Los investigadores dicen que la lectura de artículos científicos es esencial para su trabajo académico y que el 74% de los artículos, el 58% de los libros y el 45% de otros materiales son leídos para realizar investigaciones y escribir artículos. El tiempo promedio dedicado a la lectura es 49 minutos por artículo, 1 hora y 46 minutos por libro, y 42 minutos para otras publicaciones. Pero es un tiempo bien empleado, ya que los académicos que recibieron premios por sus trabajos leen más que la media: 30 artículos, 9 libros y 14 publicaciones de otro tipo.

“Leer” es ir más allá de los títulos y resúmenes hacia el cuerpo principal del artículo pero, en la era digital, esto puede no ser necesariamente cierto. En la época de la publicación en papel se asumía que los investigadores leían el artículo en su totalidad, pero en el formato digital ellos navegan por el texto en busca de trechos específicos de información. Y con el examen de los rastros digitales de los accesos a los artículos que dejan los investigadores, se concluye que ellos mantienen cuatro o cinco ventanas abiertas del navegador al mismo tiempo en diferentes artículos, y que los artículos con mayor probabilidad de ser leídos son los más cortos. Entonces “¿cuándo la definición de ‘artículo’ sea tan indefinida que la pregunta —cuántos artículos leyó usted el mes pasado— ya no se podrá hacer?”.

Revistas científicas pecuarias y de agrociencia

Cada revista científica tiene sus normas particulares para la redacción y formato de los artículos, todo lo cual se describe con detalle en las guías para autores respectivas, pero hay aspectos básicos y comunes. En primer lugar está la validez de la investigación, la cual se analiza de acuerdo con el método científico que varía según el área de estudio, ya sea sociología o economía rural, fitotecnia, zootecnia, parasitología, biotecnología, etc. Después se examina si un artículo es, de manera genuina, una publicación científica primaria, la cual, según el Council of Biology Editors (1968), deberá ser la revelación que contenga suficiente información para permitir evaluar las observaciones, repetir los experimentos, valorar los procesos intelectuales y debe estar, de manera esencial y permanente, disponible sin restricción alguna para la comunidad científica. A continuación, la sintaxis de un artículo debe ser breve, precisa y clara; en ese orden porque la brevedad es necesaria para la precisión, y ambas son indispensables para la claridad. La simplicidad es la cualidad más ausente en los artículos y es difícil de adquirir en la escritura; solo cuando el pensamiento es claro es posible la simplicidad. Santiago Ramón y Cajal (Premio Nobel de Medicina en 1906) señaló alguna vez que un artículo científico debe tener algo que decir; esto es, decirlo; no decir nada más.

La revista *Agrociencia* fue creada en 1966 para difundir la investigación generada en el Colegio de Postgraduados, el cual inició sus actividades en 1959 como el posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo. En 1979 pasó a ser un Organismo Público Descentralizado de la Secretaría de Agricultura de México, y desde el 2001 es un Centro Público de Investigación, con siete Campus y 30 posgrados. De 1966 a 1989, *Agrociencia* publicó 77 números, de 1990 a 1994 se dividió en siete series (desde agua, suelo, clima hasta socioeconomía), después se publicó de manera trimestral hasta 1999, del 2000 al 2006 se publicó cada bimestre en español e inglés (volúmenes 34 al 40), y desde el 2007 es sesquimensual (cada 45 días; ocho números por año). Esta revista está indizada y tiene un factor de impacto.

En el sitio web de *Agrociencia* (<http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>) están disponibles gratis todos los artículos en PDF, al igual que en SciELO y en la Red de Revista Científicas de América Latina y el Caribe (Redalyc). Los PDF de *Agrociencia* aparecen en Google, en el sitio de Universidad China Renmin (Renmin University of China Findplus de EBSCO), en

Google Académico, en Bing, en Yahoo, en Académica (de Telmex, México), en AGRIS (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación); Agrícola (NAL; USA), en Biological Abstracts, en CrossRef. Así mismo, esta indizada en Web of Science (WoS), en Scopus, en Journal Citation Report (JCR) y en SCImago Journal Rank.

En un comparativo de revistas mexicanas, del 2008 al 2013, realizado por WoS respecto a la cantidad de documentos y citas recibidas para revistas mexicanas de las áreas de agricultura y veterinaria, el orden fue el siguiente: *Agrociencia*; *Revista Fitotecnia Mexicana*; *Veterinaria México*; *Madera y Bosques*; *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*; *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*.

Los países de procedencia de los artículos publicados en *Agrociencia* son: México, 73,2%; España, 6,5%; Estados Unidos, 5,0%; Chile, 4,5%; Brasil, 3,3%; Venezuela, 1,9%; Argentina, 1,8%; Francia, 1,2%, y otros 15 países. Mientras que los países donde consultan los artículos publicados en *Agrociencia* son: Estados Unidos, 65,3%; México, 15,7%; España, 1,9%; Perú, 0,6%; Venezuela, 0,4%; China, 0,4%; Chile, 0,4%; Argentina, 0,3%; Colombia, 0,3%; Ecuador, 0,3%; Alemania, 0,3%; Francia, 0,2%; Japón, 0,2%, y unos 10 países más.

Perspectivas para *Agrociencia*

La innovación es un impulsor clave para el desarrollo de un país. La investigación científica es la guía para esta innovación y sus resultados se publican en las revistas científicas. La información científica publicada cada dos días equivale a toda la información desde el inicio de la civilización hasta el 2010. Las revistas científicas, *Agrociencia* entre ellas, deben ajustarse periódicamente para mantener su vigencia, en especial, respecto a los medios electrónicos, algunos de los cuales se mencionan a continuación.

Digital Object Identifier (DOI): identifica una entidad en sistemas de redes digitales mediante una identificación activa y persistente, para un intercambio interoperativo de información y con esquemas de metadatos.

Uniform Resource Locator o localizador de recurso uniforme (URL): para interactuar con una comunidad de usuarios o para manejar como propiedad intelectual.

Open Journal Systems (OJS): se inició como un proyecto del Public Knowledge Project, en Canadá, y es una solución de *software* libre para los procesos de gestión de las revistas científicas, el proceso editorial, la revisión inicial, la corrección de estilo, comunicación con los árbitros y los editores, las notificaciones para los autores, la composición y el diseño de la revista.

SciELO: es una iniciativa latinoamericana, la cual principió en 1997, y una hemeroteca virtual con una red de revistas científicas de texto completo y el acceso es abierto y gratis. Desde enero de 2014 está disponible en el ISI Web de Scielo Citation Index (de Thomson Reuters) y en esta red participan, por orden alfabético, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, México, Paraguay, Perú, Portugal, Sudáfrica, Uruguay y Venezuela.

Redalyc: fue creada como una iniciativa de Universidad Autónoma del Estado de México. En septiembre del 2015 cuenta en su índice con 1032 revistas científicas, 3274 fascículos, y 420 133 artículos completos; 22 212 son artículos de agrociencia. Además proporciona indicadores cuantitativos e informes de producción por país y por revista.

Referencias

- Alatorre, A. (2003). *Los 1001 años de la lengua española*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Borges, J. L. (2001). El enigma de la poesía. En *Arte poética*. Barcelona: Crítica.
- Borges, J. L. (2009). *Siete noches*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Garza, C., Medina, A., Padilla, P., Ramos, A. y Zalaquett, F. (2008). Arqueoaústica maya. La necesidad del estudio sistemático de efectos acústicos en sitios arqueológicos. *Estudios de Cultura Maya XXXII*, 63-87.
- Grijelmo, A. (2004). *Defensa apasionada del idioma español*. Madrid: Santillana.
- Grijelmo, A. (2013a). *La seducción de las palabras*. Madrid: Santillana.
- Gustavii, B. (2013b). *Cómo escribir e ilustrar un artículo científico*. México: Cambridge University Press-Colegio de Postgraduados.
- Gutiérrez Rodilla, B. M. (1998). *La ciencia empieza en la palabra*. Madrid: Península.
- Henestrosa, A. (2006). *Andanzas, sandungas y amoríos*. México: Plaza y Valdés.
- La Santa Biblia. Antiguo y Nuevo Testamento. (1960). El Evangelio según San Juan 1. Antigua versión de Casiodoro de Reina (1569).
- Pitol, S. (2006). *El mago de Viena*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Reyes, A. (2009). *Nuestra lengua y otros cuatro papeles*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sabines, J. (2001). *Recuento de poemas 1950/1993*. s. d.
- SciELO en Perspectiva (2014a, 22 de enero). *El espacio de los blogs SciELO en Perspectiva en 2014*. Recuperado de <http://blog.scielo.org/es/2014/01/22/el-espacio-de-los-blogs-scielo-en-perspectiva-en-2014/>
- SciELO en Perspectiva (2014b, 14 de agosto). *Altmetrics, altmétricas, altmetrías: nuevas perspectivas sobre la visibilidad y el impacto de la investigación científica*. Recuperado de <http://blog.scielo.org/es/2013/08/14/altmetrics-altmetricas-altmetrias-nuevas-perspectivas-sobre-la-visibilidad-y-el-impacto-de-la-investigacion-cientifica/>
- SciELO en Perspectiva (2013a, 9 de agosto). *Usted comparte, a mi me gusta y nosotros generamos métricas*. Recuperado de <http://blog.scielo.org/es/2013/08/09/usted-comparte-a-mi-me-gusta-y-nosotros-generamos-metricas/>
- SciELO en Perspectiva (2013b, 6 de diciembre). *"To blog or not to blog": qué está haciendo la academia*. Recuperado de <http://blog.scielo.org/es/2013/12/06/to-blog-or-not-to-blog-que-esta-haciendo-la-academia/>
- Scientific Electronic Library Online (SciELO). (3 de abril del 2014). *Hábitos de lectura de la literatura científica entre los investigadores*. SciELO en Perspectiva. Recuperado de <http://blog.scielo.org/es/2014/04/03/habitos-de-lectura-de-la-literatura-cientifica-entre-los-investigadores/>
- Tenopir, C., Volentine, R. y Christian, L. (2013). Scholarly reading by academic staff: summary results of a study conducted in 2012 at two universities in Australia. Recuperado de http://libvalue.cci.utk.edu/sites/default/files/AU.Faculty.Combined.Final_.pdf
- Tenopir, C., Volentine, R. y Christian, L. (2013). Scholarly reading by faculty in the united states: summary results of a study conducted in 2012 in five universities. Recuperado de http://libvalue.cci.utk.edu/sites/default/files/US.Faculty.Combined.Final_.pdf
- Tenopir, C. (2012). Scholarly reading in a digital age: some things change, some stay the same. *NFAIS*. Philadelphia, PA. Scholarly Reading in a Digital Age: Some things change, some stay the same.
- Van Noorden, R. (2013). Scientists may be reaching a peak in reading habits. *Nature*. Recuperado de <http://www.nature.com/news/scientists-may-be-reaching-a-peak-in-reading-habits-1.14658#auth-1>.

Agrociencias y empresas del agro: condicionantes y perspectivas en América Latina

*Giovanni E. Reyes**

El principal objetivo de este artículo es discutir dos aspectos clave del sector agrícola, en particular en América Latina. Por un lado, las dificultades estructurales del sector especialmente en términos de su producción y consumo. Por el otro, el subsidio que en términos efectivos brinda este sector a otras áreas de la economía de los países. En esto último, es necesario considerar que, dentro de la dinámica de manejo de precios internos que ocurre en las economías, se permite que los salarios reales se mantengan o aumenten para quienes se insertan en otros sectores económicos de los países —fuera de la agricultura— como el de manufacturas o industria y el de servicios.

El argumento fundamental de este estudio busca sostener que en la medida que se mantengan las actuales políticas comerciales hacia el exterior —con mayor o menor grado de apertura económica— los esquemas de liberación y de no atención o de compensación al sector agrícola, los efectos negativos de esta situación, persistirán, tanto en indicadores de marginalidad y pobreza, como en condiciones de mayor vulnerabilidad externa de las economías.

* PhD en Economía para el Desarrollo y Relaciones Internacionales de la Universidad de Pittsburgh, con certificados de posgrado de las universidades de Pennsylvania y Harvard. Ha sido Fulbright y *World Bank Scholar*. Director del Sistema Económico Latinoamericano y representante ante la Organización Internacional del Café, con sede en Londres; ha trabajado para la Organización de Naciones Unidas/Nueva York, PNUD, Unicef, y el Vienna International Center. Ha sido coordinador del Informe de Desarrollo Humano de Naciones Unidas en Venezuela; en dos ocasiones ha sido decano de la Facultad de Economía de la Universidad Católica. Se desempeña como profesor titular y director del Doctorado de Ciencias de la Dirección de la Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario. *Las opiniones y contenido general de este documento son de entera responsabilidad del autor, por lo que no comprometen a entidad o institución alguna.* Correos electrónicos: giovanni.reyes@urosario.edu.co; giovr2007@gmail.com

Entre las repercusiones negativas que desde ya se tienen, la pobreza se mantendrá en el medio rural, con carencia de oportunidades en ese medio, en tanto que el flujo migratorio hacia las ciudades aumentará la presión de las macrocefalias latinoamericanas con su caudal de crisis en servicios, aglomeración urbana, delincuencia común y formas más o menos organizadas de crimen pandillero, como las que se evidencian en ciudades como São Paulo, Río de Janeiro, San Salvador y Ciudad de Guatemala.¹

Sector agrícola: problemas estructurales

El sector agrícola tiene varios problemas que le son inherentes en función de su naturaleza productiva y de las características que se presentan en las esferas de la distribución y consumo. Una primera limitante es que trabaja básicamente con el recurso tierra que es un recurso fijo y por ello la productividad tiene que ser de carácter asociado o complementario. Una ilustración en términos aplicativos de esto se tuvo con la Revolución Verde de finales de los años sesenta y setenta. La productividad en el ámbito agrícola mundial aumentó con base en la introducción de prácticas de cultivo, especialmente, fertilización y la utilización de variedades mejoradas. Estas variedades, por lo general, permitieron tener una producción más intensa con base en mayor número de plantas por unidad de área.²

¹ Para mayor discusión ver: Lederman (2001), la obra enfatiza las condicionantes económicas de la pobreza, la exclusión social y los fenómenos urbanos de violencia en grandes urbes latinoamericanas, además de las repercusiones que tienen las migraciones de campesinos a centros urbanos. Grupo ERIC (2004), se discuten aquí, patrones de exclusión y la influencia de jóvenes que han sido deportados desde Estados Unidos, además se dedica una buena parte del contenido a considerar políticas de rehabilitación. Ver Moser (2004), en especial, son importantes para el tema que aquí se discute, los capítulos V “The Family as a Violent Institution” (pp. 99-117) y IX “Avoiding or Confronting Violence”, pp. 178-182. En Spergel (2001), el estudio se centra en discutir la influencia de las comunidades y cómo a partir de estas se pueden implementar mecanismos de solución. En Fay (2005), se enfatizan las relaciones entre aspectos judiciales y desarrollo, en relación con patrones de exclusión social urbana.

² Sobre el tema de sostenibilidad ambiental y su relación o precondition para el desarrollo sostenible, en general, y del sector agrícola en particular, ver Puignau (2002), esta obra también considera las políticas públicas y las generadas por la empresa privada en materia de generación y adaptación de conocimiento, además de técnicas de transferencia de tecnología. En Echeverría (2001), el tema fundamental de la obra es sobre políticas públicas y desarrollo agrícola, con estudios de casos en América Latina.

Otra dificultad es que los productos agrícolas muestran una gran perecibilidad. Esto presenta problemas en el manejo de cosechas, su transporte y los periodos que van entre la recolección de bienes y el consumo final. La perecibilidad hace que los negocios agrícolas tengan que renovar constantemente sus inventarios, algo que contrasta con el mercadeo de otros bienes, por ejemplo, telas, libros, papel o cristalería.

Además, la producción agrícola depende del clima para la producción. Este es uno de los mayores retos que se enfrentan en el sector actualmente. Ya sea que llueva mucho o poco, las cosechas tienden a no lograrse. Adicionalmente, la dotación de agua tiene que ocurrir en especiales periodos críticos. Uno de ellos es la floración. Puede ser que en términos relativos falte agua en ciertas fases del desarrollo, pero el hecho de que exista carencia hídrica durante la floración, implica que los frutos no se desarrollarán.

Es cierto que la dependencia climática puede ser amortiguada hasta cierto punto por medio de invernaderos y del control más artificial de variables, como riego, pero esto también tiende a aumentar costos y puede hacer que la producción sea económicamente no factible.

Por lo general, la producción agrícola presenta gran elasticidad desde el punto de vista de la oferta. Esto hace —en especial en cultivos que no son estacionales, sino permanentes— que los estudios de mercado deban ser tan oportunos como exhaustivos. En la medida en que un producto tiende a aumentar su valor —muchas veces la evidencia surge de los cultivos estacionales— se puede muy bien esperar que muchos productores participen en la oferta. Al generarse gran cantidad de producto en el mercado, los precios tenderán a bajar.³

En complemento a la dificultad anterior, se tiene que la demanda, por lo general de la producción agrícola o de bienes relacionados con la dieta, tiene una elasticidad reducida. Al estar asociada a la capacidad de ingesta, ya sea de carbohidratos o proteínas, entre otros nutrientes, los alimentos tienen un “límite biológico” en su incorporación cuantitativa a las raciones diarias. Con esto último, se subraya el elemento de que ante una producción

³ Sobre la discusión de estos problemas estructurales de la producción y mercadeo agrícola, Day (2004), en el cual se discute especialmente la transformación originada en la Revolución Verde y su impacto en los obstáculos de la producción agrícola. Sampath (2010) enfatiza el rasgo de la agricultura como ámbito de generación de excedentes y la contribución al desarrollo económico sostenible. Rasiah (2009) incluye, entre los temas fundamentales, la articulación del desarrollo con varios sectores, realizando estudios comparativos entre varios países.

relativamente reducida, nichos específicos o regionales de mercado, pueden verse rápidamente saturados.

En particular, un rasgo general del sector agrícola y del sector primario o extractivo, en general, es que su producción se ve limitada relativamente más que otros bienes, de los sistemas de libre comercio. Esto se debe a que son estos sectores los que muchas veces reciben subsidios, en especial, en los países más desarrollados. Esto es un obstáculo muy significativo para la libre circulación de bienes agrícolas. A ese obstáculo se agregan otras medidas contra el libre comercio, como cuotas, tarifas, aranceles directos y restricciones no arancelarias.⁴

Sector agrícola: subsidio a otros sectores y persistencia de la pobreza rural

En general, en América Latina, según la medida que se implementó en la política de industrialización mediante sustitución de importaciones, los sectores agrícolas se vieron beneficiados de cierta promoción y protección. En varios países latinoamericanos se generaron institutos de investigación agrícola que recibieron notable respaldo. Además entidades de Gobierno también se ocuparon de la transferencia tecnológica en el campo de la producción animal y vegetal. En esto desempeñó un papel muy importante la difusión y aplicación de logros de la Revolución Verde a finales de los años sesenta.

No obstante, lo que se desea resaltar aquí es la situación mediante la cual el sector agrícola ha sido dejado —ya en la década del ochenta en adelante— en condiciones de marginalidad, mediante, no solo el abandono directo —la reforma agraria, por ejemplo, ya no es percibida como una limitante al desarrollo—, sino también en condiciones que han permitido bajas rentas para los agricultores.

⁴ Al respecto, en un estudio comparativo entre las políticas agrícolas de Estados Unidos y Europa en relación con los países en desarrollo, ver Kragh (2007) y García (2004), donde se pone de manifiesto un estudio sobre la adaptación de requerimientos y recursos en los países en desarrollo, en el contexto de la formulación e implementación de la política pública, en escenarios que, en función del ámbito internacional, están dominados por el actual proceso de globalización; Lains (2009), la perspectiva aquí es histórica y se hace evidente la política de proteccionismo que ha permitido fortalecer los sistemas agrícolas europeos.

Los gobiernos, muchas veces preocupados por las utilidades que tienen sectores poblacionales urbanos, hacen que los bienes agrícolas mantengan precios relativamente bajos.⁵

En proporciones significativas, la estabilidad de los salarios y las capacidades de adquisición de las rentas personales dependen de la factibilidad de acceder a la canasta básica y en esto tienen una función muy importante los alimentos. De manera que si las cosechas no han sido cuantiosas, debido a factores del medio ambiente, para poner el caso, solo pocos agricultores serían beneficiados. Al reducirse la oferta, los precios tenderían a aumentar. En todo caso, la mayoría de agricultores no se verían favorecidos (tabla 1).

Tabla 1. América Latina 2002-2009: crecimiento del sector agrícola y de la economía en general (%)

Año	Crecimiento agrícola	Crecimiento PIB
2002	2,5	-0,4
2003	4,5	2,2
2004	2,3	6,1
2005	2,4	4,9
2006	4,0	5,8
2007	5,2	5,8
2008	2,9	4,2
2009	-2,9	-1,9
2013	1,8	2,5

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal, 2014).

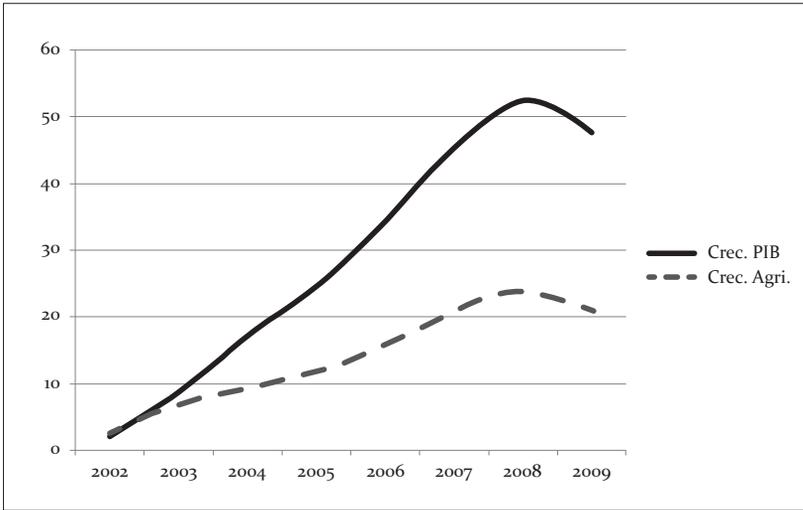
Es normal que los gobiernos, al enfrentar un escenario de relativa carestía de bienes agrícolas, se inclinen por la importación de estos. Con ello se abaratan los bienes, lo que favorece a las rentas personales de los consumidores, pero los agricultores se quedan sin poder tener utilidades

⁵ En términos de mayor discusión sobre factores de índole fiscal y la implementación de políticas públicas, en general, y de influencia en la agricultura en particular, ver Cardoso (2010). Una obra que discute, entre otros temas, la influencia del calentamiento global o cambio climático y el papel que desempeñan los gobiernos en agricultura es Norton (2010).

que pudieran compensar o mantenerse al ritmo de la inflación imperante en los países.⁶

Por otra parte, los insumos agrícolas, muchos de los cuales no se producen en los mercados internos de las naciones latinoamericanas, tienden a aumentar de precio al ser importados, tales los casos de fertilizantes, plaguicidas y máquinas para las labores agrícolas. En general los sectores agrícolas de la región tienen un crecimiento relativamente menos dinámico que los niveles que presentan las economías totales de los países, tal y como se muestra en la tabla 1 y la figura 1.

Figura 1. América Latina 2002-2009: crecimiento acumulado del sector agrícola y de la economía en general



Fuente: tabla 1 de este documento.

Una confirmación de ese estado de circunstancias general en América Latina se tiene al reconocer que el sector agrícola pasó de tener un incremento completo en América Latina y el Caribe, de 2002 a 2009, de 116.892

⁶ Para estudios comparativos sobre pobreza rural y desarrollo agrícola ver Norton (2004) y Cooper (2005).

millones de dólares; por otra parte, el producto interno bruto (PIB) regional pasó de 2,119,168 a 2,760,841 millones de dólares en el mismo periodo.

Se argumentará, con razón, que en los sectores agrícolas no se tienen mayores niveles de valores agregados o aportes diferenciados. Cierto. Pero son estos sectores los que mediante la producción de alimentos pueden asegurar hasta cierto punto menor vulnerabilidad económica externa para los países.

En la tabla 1 se presentaban los datos de crecimiento acumulado del sector agrícola y de la economía en general de los últimos siete años (del 2002 a 2009). En la figura 1 se demuestra la brecha que tiene una tendencia creciente a separar los crecimientos del sector agrícola en lo primario, respecto al crecimiento total de las economías de los países latinoamericanos.

La población del medio rural, al encontrar problemas para insertarse en los circuitos productivos, tenderá a hacerlo en las esferas de la distribución, en el comercio y en la prestación de servicios para los que no se requiere una notable preparación. De allí que sea difícil poder discernir —al solo considerar el sector servicios— una estructura laboral específica.

Es en los sectores terciarios están ubicados los componentes de empleo y producción de componentes financieros, por ejemplo, el comercio al por mayor y al menudeo. Muchas veces la inserción que buscan quienes no pueden incorporarse a los circuitos productivos es ser empujados a la esfera de la distribución, para engrosar los volúmenes de que quienes tienen que subsistir en las economías informales.

Con los anteriores elementos se van conformando los componentes que desembocan en éxodos, mucha veces masivos, del campo, y traslado a los centros urbanos de la región, lo que fortalece la macrocefalia propia de América Latina, con los problemas de hacinamiento, la crisis de servicios y, en general, la conformación de villas miseria.

Uno de los circuitos ocupacionales, que al menos en los pasados treinta años ha ido también constituyéndose alrededor de los centros urbanos de América Latina, está relacionado con la violencia organizada de pandillas juveniles, el tráfico y consumo de drogas. De hecho, el comercio de drogas ilícitas parece consolidarse en un nuevo eje de poder real en las sociedades, o bien, como elemento masivo que permea a los otros ejes de poder real, como:

fuerzas militares, grandes corporaciones e intereses de Estados Unidos en la región.⁷

Tomando en consideración los aspectos ya mencionados, es evidente que la región latinoamericana ha promovido, y logrado, mayores niveles de urbanización (tabla 2). Pero se engrosan las urbes citadinas, muchas veces, con base en el caos y la inestabilidad social y económica.

Tabla 2. América Latina 2013: predominio de la población rural, países seleccionados

País	Porcentaje población rural
Bolivia	34
Ecuador	35
El Salvador	40
Guatemala	43
Haití	55
Honduras	50
Paraguay	49

Fuente: Cepal (2014).

En muchas áreas urbanas, o aun rurales, la criminalidad se ve afectada por la de inequidad en el ingreso, por la carencia de oportunidades y por la pobreza y la subsistencia en condiciones de exclusión social. Este es un rasgo particular que se inserta en un esquema de comportamiento económico y de desarrollo regional, donde prevalecen empresas que buscan el rentismo de manera directa. De allí la poca capacidad competitiva entre ellas, fácilmente, podrían conformar monopolios funcionales.

Es decir, donde aparentemente existe un gran número de oferentes, pero estos coordinan sus precios y modalidades operativas en gremios de integración horizontal —a veces cámaras— además de integración vertical —confederaciones de agremiados y empresarios—. Esos grupos se constituyen

⁷ Ver al respecto, incluyendo circuitos de economía campesina, Wharton (2008) y Berry (2004), aquí se pone de manifiesto la pugna de diferentes facciones de poder político en la región y su influencia en el diseño e implementación de la política pública, se discute la organización de grupos de poder en varios países. Además, ver Fitch (2003) y Millet *et al.* (2009).

en varios ámbitos, en grupos de presión y componentes de poderes reales en las sociedades.⁸

A esos rasgos de ciertos grupos empresariales se unen los de gobiernos que en situaciones particulares tienen impregnados componentes de mal uso de fondos o corrupción. La debilidad de las instituciones de Gobierno va acompañada muchas veces de la expectativa de grupos poblacionales que ven en el ámbito de lo público un mecanismo general de ascenso social, reconocimiento e incluso de enriquecimiento fácil: una variación del rentismo.

Los anteriores factores, fácilmente, desembocan en la consecución de niveles de crecimiento erráticos, no sostenibles económicamente, ni sustentables respecto a los sistemas y recursos naturales e inequitativos en lo social. Evidencias de lo anterior son la disfuncionalidad social y política donde los partidos no son instancias de intermediación social en los problemas de revocabilidad política —ya sea en los ámbitos local, municipal, departamental o nacional— y, en un sentido más amplio, en el sentido de gobernabilidad y legitimidad concreta de gobiernos.⁹

En esas condiciones, el sector agrícola de los países latinoamericanos tiende en general a incorporar cada vez menos población en su esfera productiva. Esto es lo que se demuestra en la tabla 3. En casi todos los países la población que se ocupa en la agricultura tiende a descender, la proyección parece estabilizarse en, aproximadamente, el 10%. Ver los casos de Chile, Costa Rica, México, Uruguay y Venezuela.

⁸ Este conjunto de condiciones, llevados a la consideraciones de patrones de discriminación, son discutidos por varios autores en la literatura actual, entre ellos: Arcand y D'Hombres (2004), especialmente, en la sección II "Metodología", y la sección III "Análisis empírico" (pp. 3-12); Demurger, Fournier y Yi (2005), en especial la sección II "Metodología" (pp. 3-6); Esteve-Volart (2004), en particular la sección I "Revisión de literatura", y la sección IV "Modelos" (pp. 2-5, y 9-31, respectivamente), y Graham (2002).

⁹ En todo esto de la legitimidad se tratan de concretar los postulados que sobre esta materia desarrollara Habermas (2000), en especial el capítulo cuarto: "System Crisis Elucidated Through the Example of the Liberal-Capitalist Crisis Cycle" (pp. 24-33), y la parte III: "On the Logic of Legitimation Problems" (pp. 9-141); Wiarda (2003). Aspectos de discusión más enfocados en teoría sociológica y del desarrollo en: North (1989), (1973).

Tabla 3. América Latina 2000, 2005, 2009: porcentaje de población ocupada en agricultura

País	2000	2005	2009
Bolivia	36	32	33
Brasil	19	19	16
Chile	13	12	11
Colombia	22	20	18
Costa Rica	16	15	11
Ecuador	28	30	28
El Salvador	20	17	21
Guatemala	36	36	30
Honduras	34	37	33
México	17	13	13
Nicaragua	33	33	33
Panamá	17	19	18
Paraguay	30	31	27
Perú	32	32	32
República Dominicana	16	15	14
Uruguay	11	11	11
Venezuela	10	9	8

Fuente: Cepal (2011).

De manera complementaria a un descenso en la población que se dedica a la agricultura, las poblaciones que están insertas en los circuitos productivos de la industria y, especialmente, en los servicios tienden a mostrar grandes conglomerados, tal y como lo muestra la tabla 4. De nuevo aquí se tiene que el sector terciario es difícil de caracterizar dada la notable heterogeneidad que existe en su composición. Desde servicios domésticos hasta el sector financiero que presenta una dinámica muy alta en sus rendimientos y cobertura económica (De León, 2004; Guerra, 2001; Valenzuela, 2005; Conferencia Internacional del Trabajo, 2008).

Tabla 4. América Latina 2010: porcentaje de población ocupada en industria y servicios

País	Industria	Servicios
Bolivia	20	46
Brasil	22	61
Chile	22	67
Colombia	19	62
Costa Rica	20	68
Ecuador	18	52
El Salvador	20	58
Guatemala	24	45
Honduras	22	44
México	25	61
Nicaragua	19	46
Panamá	19	62
Paraguay	17	55
Perú	16	51
República Dominicana	17	67
Uruguay	21	68
Venezuela	23	68

Fuente: Cepal (2011).

Como ya se ha mencionado, los agricultores tienden a tener una renta baja, ya sea por condiciones climáticas o porque deben enfrentar las importaciones —empleadas por los gobiernos en función de proteger la capacidad adquisitiva de los sectores urbanos—. No obstante esta situación, y a raíz de los programas de ayuda, los agricultores y campesinos en general deben encarar desafíos en la vida diaria. A pesar de las motivaciones humanitarias que puedan existir, enviar contingentes de ayuda alimentaria a países en desarrollo provoca que en la economía doméstica de estos últimos se presenten distorsiones. En efecto, esos excedentes de alimentos lo que hacen es en esencia, de nuevo, proteger la capacidad adquisitiva de los salarios urbanos y en muchos casos contribuir a la ayuda humanitaria de emergencia. De allí que los agricultores de los países en desarrollo no puedan competir y lograr precios más altos para sus productos.

La negociación de los tratados de libre comercio ha dejado de lado el sector agrícola —a los pequeños y medianos agricultores—. Las cuotas de mercado que se han negociado, con frecuencia tienden a favorecer más a los grandes exportadores. Eso está justificado por la influencia que tienen en las balanzas comerciales y en las cuentas corrientes de las balanzas de pago, lo que deja sin mayores oportunidades a los sectores campesinos más vulnerables.¹⁰

Aún con la aprobación de los tratados denominados de libre comercio, los países más desarrollados mantienen sus regímenes de subsidios. Esto es especialmente notable en Estados Unidos y con la Política Agrícola Común de la Unión Europea. En última instancia, la producción de alimentos confiere a los países poder político estructural en la constitución y mantenimiento de las relaciones económicas internacionales.¹¹

Con los elementos anteriores, los problemas estructurales en lo agrícola y el sector primario en general, los obstáculos al generar una renta baja en especial en los pequeños y medianos agricultores —que tienen por sus condiciones mayor vulnerabilidad— la pobreza y las condiciones de vida en marginalidad son mayores en el campo, en las zonas rurales latinoamericanas. Como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. América Latina: pobreza e indigencia en ámbitos rural y urbano

País	Pobreza		Indigencia		Año
	Nacional	Rural	Nacional	Rural	
América Latina	33	53	13	30	2009
Bolivia	54	75	16	59	2007
Brasil	25	39	7	8	2009
Chile	11	10	3	4	2009
Colombia	46	64	16	30	2009
Costa Rica	18	19	7	9	2009

¹⁰ Referencias genéricas y particulares sobre este aspecto se discuten en: Laute y Morales (2001), en especial los capítulos “La globalización y sus implicaciones” (pp. 8-13, 45-52) y “Algunos elementos para una inserción inclusiva de las economías latinoamericanas en un mundo globalizado” (pp. 89-94, 99-114). Otro trabajo interesante: Ocampo y Martín (2003), especialmente, el capítulo 3, “Movilidad internacional del capital y la mano de obra” (pp. 67-96); y el capítulo 5, “Una agenda para la era global” (pp. 133-163).

¹¹ Más elementos de discusión en especial referencia al actual proceso de globalización en Stiglitz (2004) y Fagen (1983).

País	Pobreza		Indigencia		Año
	Nacional	Rural	Nacional	Rural	
Ecuador	42	46	18	23	2009
El Salvador	48	58	17	25	2009
Guatemala	55	66	29	42	2005
Honduras	69	78	45	62	2007
México	35	45	11	19	2008
Nicaragua	62	71	32	46	2005
Panamá	26	44	11	22	2009
Paraguay	56	67	30	46	2009
Perú	34	60	11	28	2009
República Dominicana	41	45	21	24	2009
Uruguay	10	8	2	1	2009
Venezuela	44	62	19	38	2002

Fuente: Cepal (2011).

Con base en los indicadores de pobreza —ya se trate de pobreza total o de indigencia y de estas en medios urbanos o rurales— se confirman los países que conforman los *clusters* o grupos que normalmente se identifican con variables económicas y sociales distintivas en América Latina y el Caribe.

Los países que conforman el grupo más vulnerable —con mayores desafíos en cuanto a pobreza, recursos internos y crecimientos económicos sostenibles y sustentables— son: Haití, Nicaragua, Honduras, Guyana y Bolivia. Muy cerca de ellos están Guatemala, Paraguay, Surinam y Belice. Los países con los indicadores de desarrollo más favorables son Uruguay, Chile y Costa Rica.

Consideraciones finales y conclusiones

En términos genéricos para la región, los sectores agrícolas no poseen las rentas que dinamizan a otros sectores de las economías latinoamericanas, en lo que influyen los problemas estructurales de la esfera agrícola —tierra como recurso fijo, perecibilidad de productos, alta dependencia del clima para la producción, dificultades en el manejo de cosechas— y con ello los

desafíos de la comercialización, además de sistemas de oferta con mayor elasticidad, y de demanda con índices menos elásticos.

A esas condiciones se suman las políticas regionales que han hecho énfasis en la protección de los ingresos reales de los trabajadores urbanos. Para ello, los productos agrícolas deben enfrentar masivas importaciones y la oferta directamente competitiva que se deriva de los programas de ayuda alimentaria procedentes de países más desarrollados.

La falta de oportunidades en lo rural contribuye a que se establezcan sistemas recurrentes de pobreza y condiciones de vida marginal. La población no se inserta en los circuitos productivos de los sectores primarios, y con ello pasa a engrosar la economía informal de las ciudades y a nutrir las villas de miseria de las urbes latinoamericanas con sus problemas de hacinamiento y de falencias en el suministro de servicios.

Mantener las condiciones prevalecientes en los sistemas económicos latinoamericanos, en particular respecto al agro y sus nexos productivos con la agroindustria, sistemas de comercialización y otros subsectores más relacionados con lo extractivo, contribuye a aumentar la ya notable vulnerabilidad económica externa de los países, a promover la tendencia recurrente al descenso de los términos de intercambio y a mantener los patrones de carencia de oportunidades, marginalidad y de pobreza en los medios rurales.

Mucho del deterioro de los recursos y sistemas naturales de la región se deben a los sistemas de gestión de grandes empresas en lo rural, pero también a las condiciones de pobreza y exclusión que allí prevalecen. Establecer políticas que abran oportunidades y aumenten las capacidades de las personas en los sectores rurales de América Latina, contribuye también a generar condiciones para lograr crecimientos económicos que: 1) contribuyan al desarrollo humano integral y 2) sean sostenibles en lo económico, sustentables en lo ecológico y equitativos en lo social.

Referencias

- Arcand, J. y D'Hombres, B. (2004). *Racial discrimination in the Brazilian labour market: Wage, employment and segregation effects*. Clermont-Ferrand, Francia: Université d'Auvergne.
- Berry, A. (2004). *Economic reforms, growth and inequality in Latin America*. Londres: Gower House.

- Cardoso, J. (2010). *Paying for the liberal state*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Cooper, J. (2005). *Agricultural biodiversity and biotechnology in economic development*. Madison: University of Wisconsin.
- Day, R. (2004). *The divergent dynamics of economic growth*. Nueva York: Cambridge University Press.
- de León, O. (2004). *Economía informal y desarrollo: estudio del caso peruano*. Madrid: Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación.
- Demurger, S., Fournier, M. y Yi, Chen (2005). *The evolution of gender earnings gaps and discrimination in urban China: 1988-1995*. Hong Kong: Society for the Study of Economic Inequality, University of Hong Kong.
- Echeverría, R. (2001). *Desarrollo de las economías rurales de América Latina*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Esteve-Volart, B. (2004). *Gender discrimination and growth: Theory and evidence from India*. Londres: London School of Economics and Political Science.
- Fagen, R. (1983). Theories of development: The question of class struggle. *Monthly Review*, 35, 13-24.
- Fay, M. (2005). *The urban poor in Latin America*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Fitch, J. (2003). *The armed forces and democracy in Latin America*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- García, A. (2004). *Políticas diferenciadas para el desarrollo rural*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Graham, C. (2002). Mobility, opportunity and vulnerability: The dynamics of poverty and inequality in a global economy. *Journal of Human Development* 3(1): 59-65, 71-82, 84.
- Grupo ERIC (2004). *Maras y pandillas en Centroamérica*. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Centro Americana.
- Guerra, A. (2001). *Gerencia pública y economía informal: las prácticas de desarrollo microempresarial*. Valencia, Venezuela: Universidad Central Lizandro Alvarado.
- Habermas, J. (2000). *Legitimation crisis*. Boston: Beacon Press.
- Kragh, S. (2007). *The role of agriculture in economic development: The lessons of history*. Portland, Oregon: International Specialized Books.
- Lains, P. (2009). *Agriculture and economic development in Europe*. Nueva York: Routledge.
- Laute, U. y Morales, J. (eds.) (2001). *El modelo económico y social frente a los retos de la globalización en América Latina*. Bogotá: Consejo Episcopal Latinoamericano.

- Lederman, D. (2001). *Crimen y violencia en América Latina*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Millet, R. et al. (2009). *Latin American democracy: emerging reality or endangered species?* Nueva York: Routledge.
- Moser, C. (2004). *Encounters with violence in Latin America: Urban poor perceptions*. Nueva York: Routledge.
- North, D. (1973). *The rise of the western world: A new economic history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- North, D. (1989). Constitutions and Commitment: The evolution of institutions governing public choice in 17th. century England. *Journal of Economic History*.
- Norton, G. (2010). *Economics of agricultural development: World food systems*. Nueva York: Routledge.
- Norton, R. (2004). *Agricultural development policy: Concepts and experiences*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Ocampo, J. y Martín, J. (2003). *Globalización y desarrollo: una reflexión desde América Latina y el Caribe*. Bogotá: Comisión Económica para América Latina y Alfaomega.
- Puignau, J. (2002). *Recursos naturales y sostenibilidad agrícola*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Rasiah, R. (2009). *Uneven paths of development*. Northampton, Massachusetts: William Pratt House.
- Sampath, G. (2010). *Latecomer development: Innovation and knowledge for economic growth*. Londres: Routledge.
- Spergel, I. (2001). *The youth problem: A community approach*. Nueva York: Oxford University Press.
- Stiglitz, J. (2004). *El malestar en la globalización*. Bogotá: Taurus.
- Valenzuela, M. (2005). *Microempresa y género en América Latina*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina.
- Wharton, C. (2008). *Subsistence agriculture and economic development*. Nueva York: Aldine.
- Wiarda, H. (2003). *Latin American politics and development*. Boulder, Colorado: Westview Press.

Bioprospección en el contexto de bioeconomía, desarrollo sostenible e innovación con énfasis en nuestros pueblos indígenas

*Liliana Betancourt López**

Quizá en el conocimiento de nuestra biodiversidad y sus funcionalidades, los pueblos indígenas, a pesar de sus limitaciones tecnológicas, nos llevan siglos de ventaja, debido a sus conocimientos ancestrales que generación tras generación fueron construyendo. Desde el descubrimiento de América hasta nuestros días, estos han sido objeto de explotación comercial y están siendo amenazados. Este documento pretende introducir el concepto de la bioprospección, su potencial como promotor de desarrollo de bioeconomías locales y regionales y sus excesos y limitaciones con los pueblos indígenas.

La bioprospección —entendida como el estudio y exploración de cualquier recurso biológico con potencial de uso comercial— hace referencia a la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de genes, vías metabólicas, estructuras, materiales, y compuestos químicos que tengan un valor económico o social actual o potencial, y se encuentran en los componentes de la diversidad (Beattie *et al.*, 2010). Diversos grupos de investigación, tanto internacionales como nacionales, han desplegado sus esfuerzos para caracterizar la biodiversidad del planeta; sin embargo, muchos de los esfuerzos se han quedado en este nivel, no han progresado a las siguientes fases que contempla este prometedor campo de la ciencia, a saber, transformar en producto, comercializar y en el mejor de los casos, al ser el producto biológico insertado en la cadena de valor, se constituya en promotor de desarrollo sostenible para las comunidades rurales. Quizá el

* Zootecnista, MSc. Dr. Sc. Profesora asociada, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lcbetancourt@unisalle.edu.co

mayor limitante para hacer el ejercicio completo ha sido el escalamiento y la falta de capacidad de negociación con sentido incluyente, sobre todo para las comunidades rurales y sus saberes ancestrales.

La bioprospección, siendo una actividad sobre la cual se podría proyectar el desarrollo de bioeconomías incluyentes, ha sido muy criticada y confundida con la biopiratería, sobre todo por la huella que ha dejado la industria farmacéutica en su afán desmedido por conquistar nuevas y moléculas.

En contraste, la bioprospección contemporánea tiene un sentido más ecológico, orientada hacia la conservación de la biodiversidad, el manejo sostenible de los recursos naturales y sobre todo, un sentido más social como un eje importante para el desarrollo sostenible. Para esto se requiere que las actividades de bioprospección estén acompañadas de la aplicación de los principios ecológicos, estudios demográficos y sobre todo enfocarse en millones de especies microscópicas con alto potencial para el desarrollo de economías locales y globales.

El presente documento expone diversas tendencias y conflictos generados en torno a la bioprospección, y deja ver el maravilloso mundo de la biodiversidad como una alternativa potencial para el desarrollo sostenible.

En Colombia

Según la recopilación que hicieron Duarte y Velho (2009), hay 71 grupos de investigación en bioprospección, el 70% de los proyectos se encuentran en fases primarias de la práctica bioprospectiva: caracterización, aislamiento e identificación de compuestos; el 27% están más próximos en la valoración comercial: enzimas, plantas antiparasitarias, con actividad citotóxica y anticancerígena y solo un 3% han escalado en la valoración económica de la biodiversidad colombiana.

Los acercamientos que se ha hecho en Colombia a esta temática, se quedan limitados a la definición que da el documento Conpes 3697 de Biotecnología en 2011, el documento define la bioprospección como “la exploración sistemática y sostenible de la biodiversidad para identificar y obtener nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que tienen potencial de ser aprovechados comercialmente”. Analizando la actividad de los diferentes grupos de investigación en el tema,

se puede concluir que se quedan en esta fase y difícilmente culminan en la transformación y su inserción en el mercado con criterio sostenible.

Sin desconocer que se han hecho grandes esfuerzos, se han financiado centros de investigación como el Centro de Investigación de Excelencia (Cenivam), el Centro en Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos (GeBix), entre otros, redes y consorcios de investigación, pero en ninguno de los casos se incluyó comunidades indígenas, nativas o afrodescendientes. De estos claros esfuerzos de las instituciones de investigación por promover este nuevo campo de la biotecnología e innovación, los beneficios obtenidos han sido orientados más en fortalecimiento en ciencia y tecnología, formación de recurso humano e infraestructura, mas no han contemplado como objetivo central generar alianzas estratégicas que culminen en modelos de negocios justos, equitativos e incluyentes.

En años recientes, en Colombia se consolidó el Primer Programa Nacional de Bioprospección para el Sector Agropecuario, liderado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), con el propósito de dar uso sostenible a la biodiversidad para el desarrollo de cadenas de valor en el sector agropecuario. Producto del trabajo en alianza con diferentes instituciones del país se publicó el libro *Bioprospección para el desarrollo agropecuario de Colombia*. Bajo las actuales condiciones del sector agropecuario, con bajos índices de eficiencia, productividad, competitividad con productos tradicionales como la papa, la leche, la carne, se crea la necesidad de un plan de diversificación claro, y la bioprospección puede ser una alternativa de desarrollo económico y social, a través de la generación de empleo mediante la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

En el libro anteriormente citado se ve la baja capacidad de innovación del sector, se citan como casos exitosos, productos con denominación de origen como café de Colombia, fertilizantes, bioplaguicidas del Centro de Biotecnología y Bioindustria de Corpoica y del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional. El ají majiña, chocolates de variedades nativas de cacao, nuevos productos a partir de guayaba (Cotes, Barrero, Rodríguez, Zuluaga y Arévalo, 2012). Cuando se compara con el grado de avance a nivel industrial con países vecinos, se concluye que se requiere generar capacidades tecnológicas y de infraestructura para el procesamiento y obtención de biomoléculas de mayor valor agregado para la industria farmacéutica, nutracéutica, cosmética, entre otras, como ya se ha logrado en otros países

como Brasil, Perú, México, entre otros, sin contar con el nivel de avance de los países desarrollados en este campo.

En las alianzas internacionales que se han generado alrededor de estos temas, se puede concluir que la principal finalidad de los grupos colombianos ha sido la capacitación de recurso humano, dotación de equipos y publicaciones, pero la finalidad de las empresas extranjeras ha sido conocer la biodiversidad, acceder a su información y a principios bioactivos con algún potencial (Duarte y Velho, 2009).

Se debe ver la bioprospección como un asunto transversal a los sectores económico, social, cultural, académico y político del país, en el que cada uno tiene algo que aportar con el fin de lograr consolidar bioeconomías regionales sostenibles.

Es importante destacar en el campo de la bioprospección, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, cuyo propósito es el uso sostenible de la biodiversidad para su incorporación a los mercados verdes. Ellos han caracterizado especies potenciales tanto de origen animal como vegetal. Aunque se dice que en sus proyectos participan comunidades indígenas; sin embargo, los productos generados y descritos en los documentos, dejan ver resultados de bajo contenido científico y tecnológico, poco valor agregado que no vinculan las formas asociativas indígenas y claro enfoque de cadena incluyente para los nativos. Sobre todo, brillan por su ausencia en los derechos de propiedad intelectual y los derechos colectivos de las comunidades indígenas que participan en sus proyectos.

Marco legal

Las actividades que tienen que ver con el estudio de la biodiversidad, están controladas por el Convenio de Diversidad Biológica, el cual rige en casi todos los países de la región andina. La Decisión Regional Andina 391 permite la protección de recurso naturales y genéticos. El Ministerio del Medio Ambiente, a través del Instituto Alexander von Humboldt consolidó la Política Nacional de Biodiversidad, donde se reconoce el valor y la gran riqueza de Colombia en materia de biodiversidad para finalmente plantear estrategias de conocimiento, conservación y utilización sostenible de la biodiversidad. Sin embargo, la legislación no es consecuente con la biodiversidad, el trámite de un permiso para estudio de biodiversidad puede tardar entre 24 y 36

meses. Adicionalmente, es importante destacar que estos planes no deben olvidar que las comunidades indígenas y campesinas deben participar de los beneficios derivados de la biodiversidad para su desarrollo económico y social (Duarte y Velho, 2009).

Plantas aromáticas y medicinales

En la historia de la humanidad, por cientos de años se han utilizado las plantas medicinales tanto en la industria de alimentos como en la medicina (Silva, Agra y Baracho, 2004; Robyn, Sammy, Seatlholo y Viljoen, 2006). Particularmente, los primeros reportes históricos de utilización de aceites esenciales derivados de plantas aromáticas, datan de cuarenta siglos a. C. en Egipto, y hoy en día, estamos presenciando un renovado interés por las plantas aromáticas y medicinales. Solamente en Estados Unidos, la industria farmacéutica y el valor de medicamentos extraídos de las plantas asciende a 3000 millones de dólares, con la utilización de un 35% de las plantas medicinales producidas (Palacio, 2000).

En Colombia, según el Instituto von Humboldt, de 6000 a 50.000 especies de plantas tienen propiedades medicinales, 95 especies están aprobadas para uso medicinal, el 50% de estas plantas son foráneas.

A nivel de mercado, se mueven billones de dólares anuales en negocios derivados de la bioprospección, solo en Estados Unidos, se consume 8.000.000-10.000.000 de dólares anuales en plantas medicinales. Las especies más producidas son caléndula, alcachofa, valeriana y ajo.

En países desarrollados, el 25% de las prescripciones con drogas son derivados de productos naturales, 119 compuestos de 90 familias vegetales son drogas de primer orden y 12 de las 25 más vendidas. A pesar del potencial que tenemos, las bajas capacidades científicas y tecnológicas con que cuenta Colombia no permiten generar alianzas justas con empresas multinacionales y farmacéuticas. Los países ricos en biodiversidad no han sido tratados como verdaderos socios de los países dueños de la tecnología, los proyectos de bioprospección no distribuyen de manera justa y equitativa los beneficios derivados de la biodiversidad y, finalmente, no hay políticas claras de protección y uso sostenible de la biodiversidad (Duarte y Velho, 2009).

Biopiratería

La explotación del conocimiento y especies nativas es lo que se conoce como biopiratería con inequidad en compensaciones entre las corporaciones y la comunidad. Sobre el principio: “todos los humanos tienen derechos iguales sobre las bondades de la naturaleza” se ha desplegado una gran cantidad de empresas sobre todo farmacéuticas y es la región amazónica de gran interés por instituciones e individuos, quienes consiguen que las comunidades nativas entreguen su conocimiento y especies nativas valiosas, para luego patentarlas como de su propiedad (Robinson, 2010).

Robinson afirma que América comienza en los años 1500 con el descubrimiento del “nuevo mundo” por exploradores europeos. Los primeros productos que fueron objeto de biopiratería son el maíz, la papa, el tomate, el maní, el chocolate, entre otros. Estos productos fueron llevados para beneficio propio sin ningún reconocimiento a la comunidad indígena, hasta nuestros días.

Quizá lo que más ha promovido la biopiratería son las leyes de patentes, desde 1930 se permite patentar material biológico y aunque en Colombia no aplica, en Estados Unidos aún es vigente. Con la actual globalización de las economías en América Latina, se ha exacerbado el problema de la biopiratería. Cada vez más leyes y patentes promueven la biopiratería, el ejemplo más contundente es la ley de patentes de Estados Unidos que niega indemnizaciones a las comunidades indígenas por su conocimiento, el cual fue utilizado por las compañías que patentaron. Es realmente desesperanzador ver que el sistema de patentes de Estados Unidos, favorece a las compañías e individuos a explotar a la gente indígena y sus culturas. Para citar algunos casos:

Caso Ayahuasca: Loren Miller’s patentó el vino de ayahuasca (Yagé), a pesar de la evidencia de que los indígenas usaron por siglos esta bebida. El yagé es una bebida que los chamanes lo usaron para sus rituales como una bebida alucinógena, que traduce bebida del espíritu, utilizada para tratar enfermedades, en los rituales, para inducir sueños y profecías. Los indígenas solicitaron reevaluar esta patente, la compañía envió nuevas evidencia y el sistema falló en su favor finalmente. (Robinson, 2010)

Otro factor que ha conducido a esta apropiación mercantilista del conocimiento nativo ha sido el llamado “eurocentrismo en el sistema de patentes”, el cual hace referencia a que los derechos de patentes son de propiedad individual, personas o compañías, mas no propiedad de comunidad, lo cual contrasta con cualquier forma de conocimiento comunitario generado al interior de las comunidades indígenas.

Caso maca peruana: La maca, es una planta usada para tratar disfunciones sexuales y otros beneficios por la comunidad indígena. La compañía Pure World Botanic solicitó cuatro patentes. El gobierno peruano estableció políticas que respetan el valor cultural de los indígenas y permiten proteger su propiedad intelectual, mientras se mantienen sus creencias culturales. Con este caso se demuestra que es posible actuar frente a la biopiratería con la ayuda del Estado. Sin embargo, este proteccionismo peruano ha transgredido fronteras, y hoy en día, ejerce soberanía sobre productos que están difundidos por la zona andina como el cuy, el sachá inchi o el yacón.

Tendencias actuales y aplicaciones en bioprospección: biomimética y diseño bioinspirado

Hoy en día se busca más hacer materiales y compuestos homólogos a los encontrados en la naturaleza. Estas tendencias hacen referencia a la adaptación de procesos y productos orgánicos para uso en tecnología y generación de nuevos productos (Beattie *et al.*, 2010), por citar algunos ejemplos: generación de materiales homólogos a la madera, con base en el conocimiento de su estructura molecular y propiedades físicas. Generación de adhesivos como el “pegamento de rana”, basado en la secreción pegajosa que protege a la rana *Notaden bennetti*, este compuesto podría convertirse en el adhesivo médico para músculo esquelético y en general, secreciones de insectos como modelo de inspiración para adhesivos industriales. En fotónica, el desarrollo de modelos no contaminantes y de colores intensos a partir del estudio de la composición de ojos y alas de insectos. Crioprotectores basados en la bioprospección en ambientes extremos, son proteínas anticongelantes de plantas y animales a partir de ecosistemas de alta altitud o latitud, por ejemplo, criopreservantes derivados de *Gelidibacter algens* para la producción de vacunas.

La biodiversidad microbiana —como importante dimensión futura, que gracias a los recientes avances tecnológicos como la secuenciación 454 y la secuenciación en tiempo real— revela una vasta diversidad de microorganismos no cultivables, relaciones simbiótica y mutualista que permitirían estudiar hábitats donde las drogas como los antibióticos actúan. Ofrecen también nuevas oportunidades de biorremediación a partir de la ecofisiología. Finalmente, la biomineralización, que consiste en procesos bioquímicos dentro de tejidos blandos que generan materiales resistentes.

Consideraciones finales

Se requiere generar propuestas de investigación participativa tanto con poblaciones indígenas como de colonos, que partan de las realidades, expectativas y necesidades de estas poblaciones e integren el conocimiento científico con el nativo y culminen en cadenas de valor que promuevan el desarrollo sostenible para las regiones.

El mundo está en la búsqueda de productos que promuevan la salud y prevención de enfermedades, y generen bienestar, alimentos saludables, ecológicos, orgánicos, alimentos funcionales, nutraceuticos (que reduzcan el riesgo de enfermedades), productos exóticos, que protejan la biodiversidad. Si les damos el valor que realmente tienen, nuestros pueblos indígenas y sus conocimientos ancestrales, podrían aportar en la utilización sostenible de recursos naturales para la innovación este conocimiento bajo esquemas de trabajo y beneficios equitativos.

Un verdadero ejercicio de bioprospección requiere trabajo interdisciplinario, con un proceso de vigilancia tecnológica, esto es, partir de fuentes de información, identificar tendencias tecnológicas, novedades, invenciones, posibles socios, sin olvidar la inclusión social, aplicaciones tecnológicas, regulación y mercado, para finalmente tomar la ruta más indicada que puede ser protección, licenciamiento o plan de negocio.

Referencias

- Beattie, A. J., Hay, M., Magnusson, B., de Nys, R., Smeathers, J. y Vincent, J. F. (2010). Ecology and bioprospecting. *Austral Ecology*, 36, 341-356.

- Cotes, P., Barrero, M., Rodríguez, V. F., Zuluaga, M. y Arévalo, M. H. (2012). *Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia*. Bogotá: Corpoica.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). (2011). Conpes 3697. *Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad*. Bogotá: autor.
- Duarte, T. O. y Velho, L. (2009). Capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4, 12-25.
- Palacio, L. (2000). Las plantas medicinales y aromáticas, una alternativa de futuro para el desarrollo rural. *Boletín Económico de ICE*, 2652, 29-40.
- Robyn, L., Sammy, T., Seatlholo, S. y Viljoen, A. (2006). The biological activities of 20 nature identical essential oil constituents. *Journal of Essential Oil Research*, 18, 129-133.
- Robinson, D. F. (2010). *Confronting biopiracy: Challenges, cases and international debates*. Londres: Earthscan.
- Silva, K. N., Agra, M. F. y Baracho, G. S. (2004). Estudio etnomedicinal e farmacobotánico comparativo entre *Passiflora foetida* L. e *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Farmácia*, 83, 51-55.

Observatorios de zona crítica en la Orinoquía y Amazonía

Rosalina González Forero*

En las últimas cuatro décadas las demandas de alimentos, combustible y agua potable se han incrementado en más del 50%, lo que ha ocasionado cambios acelerados en el uso de la tierra, en la composición atmosférica y en el clima, esto afecta directamente el desarrollo rural y obligan a una intervención directa, en conjunto y de forma sostenible entre la investigación, la academia y la comunidad para lograr un crecimiento armónico entre los diferentes actores.

Adicionalmente, aunque el sector rural es la fuente de sustento mundial, este ha sido olvidado, y por ello surge la necesidad de cambio en el área; en la cual se generen mecanismos de acción en torno al tema de la sostenibilidad y por tanto la formación de redes y alianzas nacionales e internacionales —a través del intercambio de experiencias— es cada vez más necesaria para maximizar el beneficio en el sector. Esta visión requiere un modelo holístico, que dé cuenta de las relaciones dinámicas entre los componentes físicos, químicos y biológicos de la tierra dentro del contexto ambiental y socio-cultural; junto con los efectos que conllevan su desgaste y transformación para satisfacer y sostener el sistema.

Como una aproximación a esta tendencia integradora mundial, Carpenter *et al.* (2009) introdujeron un paradigma objeto de estudio denominado *zona crítica*. En Colombia no se ha hablado con anterioridad de este concepto. Fisher (2012) la define como la piel de nuestro planeta, donde la roca, el suelo, el agua, el aire y los organismos interactúan para regular el medio ambiente que es fundamental para la vida; además, según Banwart (2012) es la que soporta

* Doctora en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Ambientales (Universidad de Delaware, Estados Unidos). Coordinadora línea de Investigación Estudios Agrarios y Ambientales del Doctorado en Agrociencias. Docente investigadora del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rogonzalez@unisalle.edu.co

todas las actividades humanas y es quien experimenta la presión ocasionada por el crecimiento de la población y sus efectos. Esta zona, según Brantley *et al.* (2006), es la que sostiene la mayor parte de la vida en nuestro planeta y se estudia espacialmente desde las copas de los árboles hasta la parte inferior de los acuíferos subterráneos y temporalmente desde escalas de tiempo muy rápidas como la de la infiltración del agua lluvia hasta escalas geológicas como las de formación de ladera. La figura 1 esquematiza la zona crítica.

Figura 1. Zona crítica



Fuente: adaptado de Critical Zone Observatories U.S. NSF National Program <http://criticalzone.org/national/research/the-critical-zone-national/>

El estudio de la zona crítica surgió según Anderson *et al.* (2010) debido a que la vida en la tierra depende de los “servicios” de dicha zona, como el agua de calidad y cantidad que soporte las actividades humanas y las de los ecosistemas para la producción de alimento y fibra para el crecimiento de la población global. Este concepto de servicios de la zona crítica fue introducido como marco de consideración tanto para ecosistemas naturales como para aquellos altamente intervenidos según Carpenter *et al.* (2009).

Lo anterior muestra cómo la zona crítica y el hombre se encuentran íntimamente ligados, algunos ejemplos de ello son:

- Del 30-50% de la superficie terrestre mundial y el 50% del agua dulce ha sido utilizado por los seres humanos.

- Las tierras de cultivo y pastos ahora compiten como los mayores rivales de cubierta forestal y bioma de la Tierra.
- Actualmente, la pérdida de suelo en tierras de cultivo y pastizales solo en Estados Unidos supera 1 cm/año.
- Los contaminantes se han documentado en un 80%, y están presentes en los flujos de corrientes más representativas del mundo.

Debido a lo anterior, los dos aspectos más importantes que impactan en la zona crítica y son objeto claro de estudio son el cambio climático y el uso del suelo. Sin embargo, esta zona no se encuentra bien caracterizada y el reto inmediato en su estudio es el desarrollo de la habilidad predictiva para determinar cómo ella responde a los cambios que ocurren debido a factores climáticos y el uso de la tierra mencionados anteriormente. Para llegar a este punto es imperativo tener una base de información con la cual trabajar. Una estrategia para ello es la generación de datos de una manera adecuada y sistemática a través de mecanismos que coordinen la comunidad de investigadores con una mirada rica en interacciones. Es importante que esta comunidad actúe frente a la mitigación del cambio climático y la pérdida de biodiversidad, ya que estos son el reto social a nivel mundial durante el siglo XXI (Banwart *et al.*, 2013).

El cambio climático, en particular, es un tema de interés global, pues se han presentado rápidos cambios sobre la superficie de la tierra, para lo cual se requiere una constante investigación científica de manera multidisciplinar, a través de observatorios a nivel mundial. Si se efectuaran diversas investigaciones sobre la zona crítica en todos los continentes se podría conocer el comportamiento de dicho cambio climático y de los diferentes ciclos que presenta la tierra, observando todo como un sistema cerrado, con el fin de implementar alternativas y soluciones globales para mantener un ambiente saludable a las futuras generaciones, proveyéndolas de agua limpia, calidad de suelos para cultivar y una atmósfera limpia para respirar (Banwart *et al.*, 2013).

El mecanismo utilizado para afrontar los desafíos descritos de manera global es la conformación de Observatorios de Zona Crítica (OZC), que son laboratorios medioambientales enfocados en la interconectividad de procesos químicos, físicos y biológicos conformados en la superficie de la tierra (CZO National Program, 2012). Ellos interactúan necesariamente de manera dinámica con aspectos no solo medioambientales, sino sociales, políticos, culturales, industriales y educativos, ya que estos son los causantes

directos de las alteraciones en la zona crítica. Con los OZC se busca entender la interacción de factores ambientales asociándola con los agentes generadores a través de monitoreos y modelaciones para llegar a la intervención, mejora y sostenibilidad de dichos agentes. Los OZC desde el sector educativo permiten acercar a los estudiantes a la investigación en el campo y en las aulas (Successful STEM Education, 2011).

En el mundo, los OZC funcionan como una red de información ambiental denominada *Critical Zone Exploration Network (CZEN)*, que es una comunidad de personas y una red de sitios de campo que investigan los procesos dentro de la zona crítica. El objetivo principal de CZEN es crear una red de observatorios para la investigación de los procesos de la zona crítica, como la erosión y la formación del suelo. A través de esta red, los investigadores pueden acceder e integrar los datos de una manera tal que les permite el aislamiento de las variables ambientales y comparación de los efectos ambientales a través de gradientes de tiempo, litología, perturbación humana, actividad biológica y topografía, con información recolectada desde los observatorios, compartida y usada para comprender fenómenos ambientales de una manera globalizada.

La red CZEN ha establecido seis preguntas direccionadoras para el estudio de la zona crítica según procesos e impactos de largo y corto plazo, las cuáles son:

Largo plazo:

1. ¿Cómo se han establecido las funciones ecosistémicas de la ZC desde la evolución geológica y paleobiológica?
2. ¿Cómo las interacciones a escala molecular entre los procesos de la ZC influyen el desarrollo de cuerpos de agua y acuíferos en unidades ecológico-geofísicas?
3. ¿Cómo puede la teoría e información ser combinadas desde escalas moleculares a escalas globales para interpretar transformaciones pasadas y procesos de evolución en la superficie de la tierra y utilizarlas con fines de predicción?

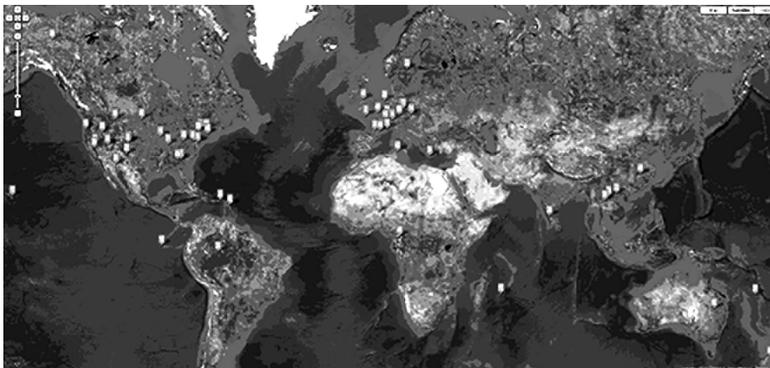
Corto plazo:

4. ¿Qué controla la resiliencia, respuesta y recuperación de la CZ y sus funciones geofísicas, geoquímicas y ecológicas integradas frente a las perturbaciones del cambio climático y el uso de la tierra?
5. ¿Cómo la tecnología de sensores, e infraestructura y modelación se integran para simular y predecir variables terrestres esenciales?
6. ¿Cómo pueden la teoría, información y modelos matemáticos de las ciencias naturales y sociales, ingeniería y tecnología ser integradas para simular, evaluar y manejar los beneficios y servicios de la ZC?

Antecedentes

Actualmente, a nivel mundial se encuentra un total de 62 observatorios, dentro de los cuales 27 están en Norteamérica, en Estados Unidos y Canadá. En Europa hay 22, en Francia, Países Bajos, Alemania, Túnez, República Checa, Reino Unido, Suecia, Suiza, Austria y Grecia. En Oceanía, África y Asia hay 9 observatorios ubicados en Tailandia, Vietnam, Laos, India, Camerún, China, África Occidental y Nueva Zelanda. Y en Centro y Suramérica hay 2 observatorios, en Ecuador y Brasil. En la figura 2 se observan los OZC existentes.

Figura 2. Observatorios de zona crítica



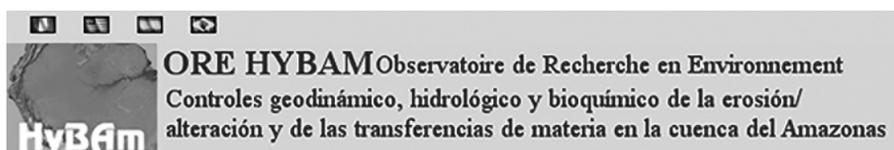
Fuente: CZEN (2013). Recuperado de <http://www.czen.org/sites/allsites>

Observatorios de zona crítica en la Amazonía

Existe un observatorio de Zona Crítica en la Amazonía, denominado ORE HYBAM, que es la sigla de Observatorio de Investigación Ambiental. Dicho observatorio se encuentra conformado por investigadores de Brasil, Perú, Ecuador, Bolivia y Francia.

Este observatorio de investigación propende al control geodinámico, hidrológico y bio-geoquímico de la erosión/alteración y de las transferencias de materia en la cuenca del Amazonas. Se encuentra operando desde el 2003 y surgió según su página web (<http://www.ore-hybam.org/>) como respuesta a una licitación del ministerio francés encargado de la enseñanza superior y de la investigación destinado a proporcionar datos científicos de calidad a los investigadores, necesarios para comprender y realizar el modelado del funcionamiento de los sistemas y su dinámica a largo plazo. La figura 3 presenta su logo.

Figura 3. Logo del Observatorio de Zona Crítica en el Amazonas ORE-Hybam



Fuente: <http://www.ore-hybam.org/>

Este observatorio centra su estudio en la Cuenca del Amazonas y presenta en su página web documentos públicos que incluyen los informes del ORE HYBAM, visitas de inspección realizadas regularmente en los sitios de medición, así como informes anuales o intermedios de progreso y de instalación y control. También presenta informes de comisiones realizadas por equipos de investigación asociados con el observatorio, bibliografía generada por los equipos de trabajo y documentos de reuniones que se encuentran en francés, portugués, español o inglés, según los autores o los países donde las reuniones se han realizado.

También se encuentra la información de eventos científicos del observatorio, como el último realizado en La Paz (Bolivia) del 7 al 11 de octubre de 2013, que trató sesiones temáticas, las cuales incluyeron temas relacionados

con monitoreo de los recursos hídricos, modelamiento, hidrología y clima, entre otros.

Un aspecto interesante de este observatorio es la presencia de reportes especiales con información completa sobre temas específicos como en el 2014, “El estudio de la crecida 2014 en la cuenca del río Madera” y en el 2000, “La contaminación por mercurio desechado al medio ambiente por las actividades auríferas, en la cuenca del río Beni”. Adicional a lo anterior el ORE HYBAM presenta información sobre técnicas de muestreo, análisis en laboratorio, aforos de grandes ríos por ADCP, y concentraciones obtenidas *in situ* con reporte vía satélite.

En cuanto a tipos de datos se puede descargar información concerniente a redes de referencia de MES, estaciones de muestreo, mapas de estaciones, cartografía, estaciones limnimétricas virtuales y material suspendido en la superficie monitoreado por satélite y en cuanto al *software* se aprecia el desarrollo de varios programas distribuidos sin ninguna garantía, con fines investigativos como el Getmodis/Mod3r, el VALS y el Hydraccess.

Algunas de las investigaciones realizadas son las siguientes:

- Interacciones geomorfológicas y sedimentarias entre cuencas aluviales y de piedemonte. Modelación numérica y ejemplos naturales en los Andes.
- Estudio biogeoquímico de un sistema de lagos de la llanura de inundación del Amazonas. Caso de la Várzea de Curuai (Pará, Brasil).
- Estudio de magmatismo en las zonas de subducción y la erosión continental por la serie del uranio: restricciones sobre los procesos y su tiempo característico (CZO Cuenca Amazónica, 2011).

Observatorios de zona crítica en la Orinoquía

Actualmente, no existen observatorios de zonas crítica en la Orinoquía, pero la Universidad de La Salle quiere convertirse pionera en el tema en el país aprovechando su ubicación estratégica en la zona con el Proyecto Social Utopía. El alcance de este proyecto es lograr que Utopía se convierta adicionalmente a su propuesta educativa y productiva en el primer observatorio de zona crítica en Colombia y el tercero en América Latina con presencia en

la Red Internacional de Exploración de la Zona Crítica (CZEN) siendo uno de los puntos de referencia global en la zona tropical.

Justificación

- En Colombia no se conoce el concepto de zona crítica que es manejado a nivel mundial, principalmente, en Europa y Estados Unidos. Al establecerse un OZC en Utopía, la Universidad de La Salle sería pionera en el tema, teniendo el primer observatorio en Colombia y el tercero después de Islas Galápagos y Brasil.
- Se tienen nexos internacionales mediante convenio con la Universidad de Delaware, que es catalogada como uno de los nichos de los OZC al tener uno propio (Christina River Basin OZC). También se contactó a uno de los organizadores de la Red CZEN el Dr. Donald Sparks, reconocido autor en el tema y quien ya ha manifestado su interés en colaborar en este proyecto.
- La Red CZEN tiene una iniciativa llamada: The International CZO Program, el cual busca desarrollar un marco de referencia mundial para proveer una red unida en investigación interdisciplinar con el fin de aunar esfuerzos; ello sería una oportunidad de crecer como investigadores apuntándole a problemas de agenda global.
- Directamente hablando del proyecto Utopía, este se convierte en el espacio más propicio para la conformación de un OZC debido a que es un proyecto institucional de la Universidad de La Salle, no solo de un programa académico, donde se trabajan zonas agrícolas sino que une lo social con lo científico en busca de la sostenibilidad, uno de los objetivos de los OZC. Utopía en este sentido podría aportar información agroambiental a la base mundial con miras a soluciones globales y ello lo pone en la mira de trabajar con otro OZC y agencias externas. Todo lo anterior redundaría en favorecer la movilidad internacional de investigadores, visibilizando la Universidad de La Salle.
- Adicionalmente, el proyecto es atractivo ya que el observatorio de Zona Crítica en Utopía no requiere infraestructura porque existe un gran “invernadero” de estudio, lo que no tienen otros países, que deben invertir millones en áreas de trabajo; además, porque dispone de laboratorios y especialistas en las diferentes áreas en particular

en el Doctorado Agrociencias y en el Área Ambiental. Por otro lado, el aspecto social del Proyecto Utopía sería *Sui generis*, ya que aparte de brindar la oportunidad de convertir a muchos jóvenes bachilleres de las zonas rurales afectadas por la violencia en ingenieros agrónomos (Universidad de La Salle, 2013), ellos se podrían formar como investigadores, abriendo la puerta a estudios de posgrado en razón a la vinculación de la Red CZEN.

- Es de anotar también, que la ubicación de Utopía en la Orinoquía colombiana (zona tropical) —que ha sido poco estudiada en este sentido integrador— fomentaría que los ingenieros agrónomos que se forman comprendan y se vinculen en procesos productivos agrícolas desde la sostenibilidad ambiental (zona crítica), para convertirse en verdaderos agentes de cambio en la transformación rural sostenible de sus lugares de origen.
- Desde esta mirada, Utopía ha de convertirse en un observatorio de referencia nacional e internacional, que desde el ámbito ambiental pueda reproducirse en diferentes zonas del país y en el mundo, como un espacio donde se tenga la información pertinente para ser vinculada al estudio del cambio climático y producción mundial. Es importante destacar que la zona en la cual se encuentra Utopía es estratégica también porque agrupa gran variedad de sectores productivos, dentro de los cuales se destacan los siguientes, según el informe de identificación, estructuración y formulación de proyectos productivos estratégicos territoriales del departamento del Casanare: petróleo, gas natural, piscicultura, madera, producción pecuaria, café, plátano, papaya, piña, cacao, caña miel, caña panelera, guayaba, cítricos, maracuyá, yuca, palma de aceite, entre otros.

Objetivos del observatorio

- Realizar un monitoreo ambiental interdisciplinar permanente en Utopía aprovechando todos los niveles académicos de la Universidad, desde los diferentes niveles de formación existentes en la Universidad de La Salle como los pregrados en Ingeniería y Biología y el Doctorado en Agrociencias.

- Generar información interdisciplinaria local de acuerdo con las necesidades globales de investigación en el tema de la zona crítica acorde con la agenda de sostenibilidad global.
- Ser miembros activos como Utopía OZC en la red CZEN.

Proyectos

Para la generación de acciones tendientes al establecimiento de Utopía como Observatorio de Zona Crítica, lo primero que se realizó fue la integración entre docentes investigadores de varias unidades académicas: Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Automatización, Ingeniería Agronómica, Biología, Ciencias Básicas, Doctorado en Agrociencias para desarrollar proyectos con ejes transversales comunes. Para este logro se determinó que la línea de acción iba a ser la respuesta a las preguntas direccionadoras de corto plazo de la Red CZEN.

Con este lineamiento determinado se dio paso a la creación del Semillero de Investigación Zona Crítica SIZC, el cual en el 2014 contaba con más de cien estudiantes inscritos y a partir del cual se generaron siete áreas de trabajo en las cuales se están desarrollando temas de biorremediación, biología, suelo, agua, modelamiento, toxicología y observatorios. Del trabajo realizado se tienen como productos:

1. Ponencia en el Seminario de experiencias docentes exitosas: estudio inter y transdisciplinario en la zona crítica (agua, suelo y recursos naturales): análisis, propuesta y puesta en marcha de soluciones ambientales.
2. Siete ponencias en el II Encuentro de Semilleros Universidad de La Salle, cinco ponencias en el XII Encuentro de Semilleros Regional Nodo Bogotá y tres ponencias en el Encuentro Nacional de Semilleros.
3. Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental finalizada con el tema: “Validación de la concentración letal media obtenida en la Universidad de La Salle para metales pesados en especies bioindicadoras por medio del modelo de ligando biótico”.
4. Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental en curso titulada: “Formulación de lineamientos ambientales para la creación de un

- Observatorio de Zona Crítica en Utopía, Yopal, Casanare, Universidad de La Salle”.
5. Proyecto de Investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia aprobado. Evaluación de principales componentes orgánicos en suelos para la optimización del modelo multilineal con el fin de establecer la adsorción de explosivos en zonas minadas.
 6. Propuestas en desarrollo. Caracterización microbiológica de suelos provenientes del campus Utopía-Yopal; toxicidad del agua producida en la planta de tratamiento de la finca San José de Mata de Pantano en Yopal con bioensayos en bacterias bioluminiscentes; factores que controlan la adsorción y desorción reversible y resistente de agroquímicos utilizados en Utopía; biorremediación de suelos contaminados por agroquímicos en Utopía; desarrollo de sensores para medición *in situ* de propiedades fisicoquímicas en suelos; análisis de la biota vegetal, insectos, mamíferos en suelos vírgenes e intervenidos en Utopía; estudio de la resiliencia en suelos de Utopía, y modelamiento de las características fisicoquímicas en agua y suelo en Utopía.

Referencias

- Anderson, R. S. *et al.* (2010, 29 de diciembre). Future directions for critical zone observatory (CZO). *Science Report Prepared by the CZO Community*.
- Banwart, S. (2012). *Design of global environmental gradient experiments using international networks of critical zone observatories*. Recuperado de <http://www.nsf.gov/geo/ear/programs/czo/czo-intl-workshop-report-2011.pdf>
- Banwart, S. A. *et al.* (2013). *Sustaining earth's critical zone: Basic science and interdisciplinary solutions for global challenges*. Recuperado de http://www.czen.org/sites/default/files/Sustaining-Earths-Critical-Zone_FINAL-290713.pdf
- Brantley, S. L. *et al.* (2006). *Frontiers in Exploration of the Critical Zone: Report of a workshop sponsored by the National Science Foundation (NSF), October 24-26, 2005, Newark, DE*.
- Carpenter, S. R. *et al.* (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millenium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106(5), 1305-1312.

- CZO Cuenca Amazónica. (2011). HYBAM: Observatorio hidrológico y geoquímico de la Cuenca Amazónica. Recuperado de <http://www.ore-hybam.org>
- CZO National Program (2012). *The Critical Zone. Retrieved from The Critical Zone is Earth's permeable near-surface layer*. Recuperado de <http://criticalzone.org/national/research/the-critical-zone-national/>
- Fisher, M. (2012). Investigating the earth's Critical Zone. CSA News. Recuperado de <https://www.soils.org/files/publications/csa-news/critical-zone.pdf>
- Successful STEM Education (2011). *Critical Zone Observatory*. Recuperado de <http://successfulstemeducation.org/resources/critical-zone-observatory-geoearczo>
- Universidad de La Salle. (2013). *Objetivos y retos. Utopía*. Recuperado de <http://utopia.lasalle.edu.co/index.php/objetivos-y-retos>
- U. S. NSF National Program. (s. f.). Critical Zone Observatories. Recuperado de <http://criticalzone.org/national/research/the-critical-zone-national/>

La Orinoquía en el contexto de la nueva ruralidad y las agrociencias

Laila C. Bernal Bechara^{*}
Álvaro Suárez Londoño^{**}
Ariosto Ardila Silva^{***}

Colombia es uno de los países que se encuentra privilegiadamente situado en la zona tropical. La Orinoquía es una región de gran importancia por ser una de las zonas más extensas, está comprendida por los departamentos de Meta, Vichada, Casanare y Arauca (Conpes, 2014). Esta región se ha caracterizado porque su economía ha girado tradicionalmente sobre la base de una ganadería bovina extensiva, producción de arroz, cacao, plátano, algodón, sorgo, maíz, yuca, soya, frutales, agroforestería (Aristizábal, 2003) y la locomotora minera, representada por el petróleo (Viloria, 2009). La población asentada en la Orinoquía asciende a 1.450.786 habitantes, que representan cerca del 22% del total nacional e incluye grupos étnicos indígenas y afrodescendientes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2010).

No obstante, a las propiedades del suelo, la oferta forrajera nativa y las condiciones agroclimáticas de la Orinoquía, la productividad de carne y leche por unidad animal y por hectárea se ve limitada por la escasez y la baja calidad nutritiva del forraje nativo relacionados directamente con los periodos prolongados de sequía e inundación (Conpes, 2014). Esto genera bajos parámetros productivos de los animales, ganancia de peso 30 kg/Ha/año en la zona de sábanas, natalidad del 40%, mortalidad de 9,5%, intervalo

* Estudiante del Programa de Doctorado en Agrociencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: labernal@unisalle.edu.co

** Estudiante del Programa de Doctorado en Agrociencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: asuarez@unisalle.edu.co

*** Estudiante del Programa de Doctorado en Agrociencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: aardilas@lasalle.edu.co

entre partos de 750 días y edades a sacrificios cercanas a los 48 meses e incluso la pérdida de peso de los animales en la época seca (Restrepo, 2013) y mayores tiempos para la obtención de proteína de origen animal; lo que afecta ostensiblemente la posibilidad de cubrir las necesidades de consumo humano de las poblaciones asentadas en esta zona de Colombia (Rincón y Flores, 2013). Aunado a esta situación, se presenta que las emisiones de gases efecto invernadero pueden ser altas dada la ineficiencia del sistema de producción bovino, lo cual hace más compleja la comprensión del sistema agropecuario y la conservación de la biodiversidad de la región.

En las líneas que aparecen a continuación se presenta desde el marco de las agrociencias y del concepto de nueva ruralidad, sus antecedentes, las perspectivas del desarrollo económico de las regiones, se debe comprender las complejas interrelaciones que existen en el territorio y el espacio rural de la Orinoquía colombiana y cómo se podría ejemplificar desde el pensamiento de Sen (2004) en el libro *Desarrollo y libertad*, cómo puede ser entendido y aplicado al contexto de la Colombia rural, en *Colombia rural, razones para la esperanza. Informe nacional de desarrollo humano* (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2011) y más específicamente a la región de la Orinoquía colombiana, privilegiando la visión de la ecología y del desarrollo económico desde el ser humano, como principal riqueza de las naciones, este puede ser la verdadera fuente de progreso de las regiones, sin considerarse ajeno a los ecosistemas y paisajes naturales de la región.

Diferentes apropiaciones de los ecosistemas de la Orinoquía colombiana

Los intercambios materiales que realizan los seres humanos se estudian desde disciplinas diferentes: la economía y la ecología. Mientras que la ecología realiza el estudio de los intercambios considerando al ser humano como una especie biológica, es decir, formando parte de la naturaleza, la economía lo hace sobre el reconocimiento implícito de que el hombre es un ente social, un elemento que forma parte de la sociedad (Toledo, 2008). Las sociedades humanas, cuales quieran que sean sus condiciones o niveles de complejidad, no existen en un vacío ecológico, sino que afectan y son afectados por las dinámicas de la naturaleza. La naturaleza reconocida como aquello que existe

y se reproduce independientemente de la actividad humana, pero que al mismo tiempo representa un orden superior al de la materia (Rousset, 1974).

Las relaciones que los seres humanos establecen con la naturaleza son siempre dobles: individuales o biológicas y colectivas o sociales. Según Toledo (2008), en esas relaciones los seres humanos realizan tres tipos básicos de intervención en los espacios naturales, cada uno de los cuales impactan o afectan de manera diferente los ecosistemas o paisajes naturales que son objeto de la apropiación. En el primer caso, la apropiación se realiza sin provocar cambios sustanciales en la estructura, arquitectura y evolución de los ecosistemas y paisajes; en el segundo caso se trata de un acto de apropiación donde la acción humana desarticula o desorganiza los ecosistemas que se apropia. En el primer caso se trata de una “naturaleza manejada”, en el segundo de una “naturaleza domesticada”, o de una “naturaleza no colonizada” y una “naturaleza colonizada”. En el tercer caso se busca la preservación o protección de áreas naturales intocadas o en proceso de regeneración, en que los ecosistemas se conservan con fines de protección de especies.

En la región de la Orinoquía se identifican diferentes paisajes, como son: vertientes andinas, piedemontes, llanuras aluviales de desborde, llanuras eólicas, sabanas planas, el andén del río Orinoco y las selvas transicionales hacia la región de la Amazonía. Cada uno de estos paisajes origina ambientes y condiciones propias para la permanencia, desarrollo de la vida (Mejía, 1985). Tan importante es la diversidad biológica y paisajística como el profundo significado de la cultura como fuerza creadora y reguladora del mundo (Molano, 1998). Las culturas del llanero raizal constituyen un patrimonio invaluable y una riqueza en términos de pensamiento y saberes para el manejo, uso y buen vivir de la naturaleza y los seres humanos orinocenses.

Los últimos gobiernos han planteado la región de la Orinoquía, principalmente la subregión de la altillanura, como la última gran frontera agrícola y despensa de alimentos del país. El modelo a imitar es el del Cerrado brasileiro, escenario, en las últimas décadas, de agresivas políticas y proyectos agrícolas para la producción de algodón, soya, carbón, celulosa y caña de azúcar para biocombustibles. Estos modelos se convirtieron en oligopolios que han desembocado en impactos ambientales y socioeconómicos, como la pérdida de la biodiversidad, la deforestación, la contaminación por agroquímicos, la concentración de la tierra y la pérdida de la diversidad cultural. Frente a esto surgen interrogantes como: ¿cuáles ecosistemas y paisajes naturales de la región de la Orinoquía son para uso o conservación?

¿Cuáles son convenientes para adecuarlos —con formas intermedias en el uso, transformación y conservación— como sistemas agroecológicos?

Los mayores impactos de los ecosistemas y paisajes transformados de la Orinoquía, aunque pueden forjar algún bienestar humano, generan costos para los demás organismos vivientes, para la humanidad y para las futuras generaciones. El gran reto en esa forma de apropiación de transformación o sometimiento, es procurar su manejo dentro de los límites del funcionamiento normal de los ecosistemas, es decir, un desarrollo que sea viable ecológicamente y que sea ambiental y económicamente sustentable.

Desde el concepto de nueva ruralidad y algunos antecedentes

El concepto de ruralidad aparece desde la historia cuando surgen las primeras ciudades, como la principal forma de asentamiento del hombre, donde empieza a generarse las disyuntivas que existen hasta nuestros días entre lo urbano, el conocido espacio de la ciudad, y lo rural, el eminente espacio del campo que tiene todas las variantes de acuerdo con las culturas, lugares, relaciones humanas a través de la historia (Echeverri y Ribero, 2002). Por esto, desde la Edad Media en Europa, con el nacimiento de los feudos, se da paso a las relaciones comerciales traducidas en las nuevas actividades económicas de la época basada en una economía eminente agraria, lo cual fue llevado hasta América durante la Conquista y la Colonia; es reconocido que los espacios rurales en este caso de los pobladores indígenas eran los principales proveedores de alimentos, lo cual continúa hasta nuestros días. La obtención de los alimentos y los minerales viene de este espacio, que tiene una clara construcción social, con unas características agroecológicas, físicas, políticas, demográficas y económicas claramente reconocible de un territorio social (Fernández, 2010).

Así mismo, la definición de lo rural como territorio incorpora ese proceso histórico de apropiación del territorio que se ha dado de diferentes formas en América, y que en gran medida ha sido soportado por la actividad agrícola (Echeverri y Ribero, 2002). En el caso de las Américas, los planeamientos en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2000) avistan la perspectiva de un nuevo escenario rural, que parte de las necesidades de conceptualizar a partir de la acentuación de los desequilibrios

en el medio rural, la necesidad de generar ingresos y reducir la pobreza, reconocer el potencial existente en el medio rural para el desarrollo y la creciente importancia que han tendido los desarrollos económico y humano focalizados desde las unidades territoriales. Bajo esta perspectiva, se plantea que los fundamentos a tener como principales referentes si se quiere producir avances en la construcción de una nueva ruralidad, según el IICA son:

[...] el desarrollo humano como objetivo central del desarrollo; el fortalecimiento de la democracia y de la ciudadanía; el crecimiento económico con equidad; la sostenibilidad del desarrollo; el desarrollo rural sostenible más allá del enfoque compensatorio y la asistencia; el capital social como sustento de las estrategias de desarrollo.

De acuerdo con Torres (2008), en el mundo rural actual, la organización social del territorio y la producción se vinculan de alguna manera de forma directa no solo con el sistema agropecuario de los países sino con las mismas cadenas de alimentos, lo cual implica la gran influencia que el capitalismo ha hecho al interior del mundo rural, esto conduce a cambios estructurales en los espacios rurales; por eso, de la mano de esta situación se acuñan términos como la pluriactividad que es entendida como una de las respuestas más significativas del fenómeno de la nueva ruralidad. No obstante, la pluriactividad, según con lo planteado por Torres (2008):

[...] es una estrategia de adaptación a las cambiantes condiciones técnicas, económicas e institucionales tendiente a garantizar la persistencia de las explotaciones, particularmente de las más vulnerables, frente a los nuevos requisitos de capitalización que afectan a las agriculturas en esta etapa de globalización.

Lo más complejo de esta concepción es que de alguna manera los miembros de las familias, que tienen asentamiento en los espacios rurales, pasan a desarrollar un sinnúmero de actividades económicas y productivas, que de acuerdo con el contexto de la zona, no están necesariamente vinculadas a actividades agropecuarias, sino por ejemplo, a actividades mineras, y lo más sorprendente es que no se desarrollan en la mayoría de los casos al interior las Unidades Agrícola Familiares (UAF), que para el caso del Meta, por ejemplo, se mueven en el orden de 397 a 537 hectáreas. Lo más preocupante

de esta situación es que se está afectando progresivamente la conservación y biodiversidad de los recursos naturales, a la par, se aumentan las necesidades básicas insatisfechas y la pobreza de nuestras comunidades rurales.

De acuerdo con Cuesta (2011), la nueva ruralidad es concebida desde una mirada interdisciplinaria del mundo rural, pues no tiene límites en las relaciones entre lo urbano y lo rural porque incorpora la visión del territorio como un espacio social complejo, donde se pasa al nuevo desarrollo de funciones en el área rural. El enfoque de la nueva ruralidad se centra en el entendimiento, la intervención y las transformaciones que se dan desde el territorio, constituido como la unidad base de la dimensión social, el desarrollo de actividades específicas, las migraciones y la habitabilidad estratégica, entendida esta última como al relación existente entre el habitante y su espacio (Cuesta, 2013).

Sin embargo, Canales (2005) expresa que la ruralidad viene experimentado innumerables cambios que se mencionan desde los años sesenta con el paso de las agriculturas tradicionales y extensivas hacia las sociedades letradas, las leyes y el uso de la tecnología, lo que ha hecho que estos procesos se consideren de forma dinámica, en movimiento y actividad permanente, lo cual convoca a repensar, redefinir de manera constante el concepto y las perspectivas sobre el tema. Asimismo, De Grammont (2004) afirma que la expresión “nueva ruralidad” tiene un significado polisémico, que implica la existencia de cambios en la relación campo-ciudad y su relación con la sociedad a nivel económico, social, cultural y político.

La nueva ruralidad exige la sinergia de la multidimensionalidad, porque el territorio es un sistema dinámico y complejo, que involucra la dimensión cultural, económica, ambiental, social y la político institucional que converjan hacia un solo sentido, el verdadero desarrollo rural de la población (Samper, 2012).

De acuerdo con Pérez y Farah: “la globalización y las transformaciones del campo latinoamericano son tan profundas, que hay que hablar de transición de una sociedad agraria, hacia una sociedad rural más diversificada” (2012, p. 41); bajo este enfoque, la nueva ruralidad toma elementos que vienen desde la sociología rural pasando por la multifuncionalidad de la agricultura, la economía ambiental, el desarrollo sostenible y el mismo enfoque territorial que deben propender al desarrollo humano integral y sostenible de las comunidades rurales.

¿Cómo pensar el desarrollo económico de la Orinoquía colombiana desde el territorio rural?

Teniendo como referente el pensamiento de Sen (2004), desde la perspectiva del ser humano, donde este nace en una región que por condición natural cuenta con una dotación —para el caso puntual de la Orinoquía es la tenencia de los recursos naturales, que como oferta natural del medio estuvo puesta desde los inicios— donde el hombre dependiendo de su entorno cultural, y su capacidad tecnológica logra aprovecharlos para su beneficio en aras de satisfacer las necesidades alimenticias de su familia, con miras a garantizar la soberanía de las familias que circundan la Orinoquía.

La Orinoquía colombiana es una extensa región que constituye casi una cuarta parte del territorio colombiano, se extiende desde las estribaciones de la Cordillera Oriental hasta la frontera con Venezuela. Su extensión es de aproximadamente 225.000 km², su economía ha girado tradicionalmente sobre una ganadería bovina extensiva (Andrade *et al.*, 2009), que en las últimas décadas se ha ido diversificando hacia la extracción del petróleo y la producción de palma (Hoz, 2009).

Esta región posee aproximadamente 43,3 millones de hectáreas, distribuidas así: en agricultura y pastos 4,7 millones; en sabanas, pantanos y páramos, 14,3 millones; en bosques y selvas, 20,5 millones, y en área de ríos y zonas urbanas, aproximadamente 3,8 millones de hectáreas. La vocación de las tierras en la Orinoquía ha estado más destinada a la producción de plátano, maíz, yuca, frutales y soya, cerca de 4.906.906 de hectáreas, y la actividad ganadera de cría y ceba alrededor de 9.153.125 de hectáreas y hacia la agroforestería solo 4.606.694 de hectáreas (Aristizábal, 2003).

Esta región se caracteriza por presentar como condición agroclimática, precipitaciones anuales entre los 600 y los 2000 mm, aunque en la altillanura se puede registrar entre 1800 a 2700 mm/año, la temperatura promedio es de 24 a 27 °C; altitud de 900 a 1100 m s. n. m., y en la altillanura de 150 a 250 m s.n.m., la topografía suele ser de ondulada a plana y de suelos ácidos (Hoz, 2009).

Una de las características más evidentes de este tipo de suelo del trópico bajo, es la baja fertilidad, dada los problemas que se presentan en las propiedades físicas y químicas del suelo, en términos de la acidez, la saturación de aluminio, la susceptibilidad a la erosión (Rivas y Holmann, 2002), la fragilidad en la estructura del suelo (Amézquita, Hoyos, Molina,

Idupulapati, Sanz y Vera, 2003) así como el problema de mal drenaje en las zona de sabanas que dificultan en gran medida la producción agropecuaria.

De acuerdo con Fernández, Piedrahíta y Senior (2009), en las cifras encontradas en la *Encuesta nacional agropecuaria*, el inventario ganadero (Fedegan, 2011) asciende a 2.346.902 cabezas para Casanare, 2.778.717 para el Meta, con un área en pastos para Casanare de 3.571.274 ha y el Meta de 4.748.549 ha, lo cual dejaría en evidencia que la carga animal para el Casanare está en 0,65 animales/ha y para el Meta de 0,58 animales/ha, básicamente estas cifras son bastante cercanas al promedio nacional que es de 0,55 animales/ha. Lo anterior, sin contar que en el departamento del Vichada para el 2008, se reporta el manejo de un animal por cada 10 ha. La producción diaria de leche en el Casanare en promedio para el 2008 fue de 2,66 l/vaca/día, en el Meta de 3,35 l/vaca/día (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008). En cuanto a la producción de carne, Casanare contribuye con el 12,33% del inventario bovino destinado hacia esta producción a nivel de razas de carne y doble propósito, y el Meta aproximadamente con el 14%. El sacrificio de ganado vacuno en la Orinoquía en el 2010 fue de 242.665 cabezas destinadas el 100% al consumo interno, lo que correspondió a un 6,6% del sacrificio nacional (DANE, 2010).

Esta ganadería extensiva genera aproximadamente 160.000 empleos directos en la Orinoquía, lo que equivale a un empleo cada 61 hectáreas de Pasto (Viloria, 2009). Para el departamento del Meta se reporta que la ganadería bovina emplea aproximadamente el 87,4% del suelo, que corresponde a 4,68 millones de hectáreas y en Casanare el uso es de 88,97% del suelo correspondiente a 3,56 millones de hectáreas (YR, 2011).

Las condiciones de suelo, la oferta forrajera nativa y las condiciones agroclimáticas en general de la Orinoquía hacen que la productividad de carne y leche/animal y por hectárea se vean limitada por la escasez y la baja calidad nutritiva del forraje nativo, ya sea por periodos prolongados de sequía o por inundación, lo que deja en evidencia bajos parámetros productivos de los animales y la obtención de proteína de origen animal a más largo plazo, que lógicamente no logran satisfacer las necesidades de alimentación de la población humana asentada en esta zona de Colombia.

No obstante, teniendo presente las características de la zona en referencia, se puede vislumbrar cómo el hombre ha aprovechado las condiciones de esa oferta natural para generar la producción de alimentos desde la agricultura hasta la ganadería con la obtención de proteína de origen animal,

lo cual se traduce en generación de desarrollo económico del grupo humano aquí asentado, que con sus costumbres y su cultura ha empoderado un nivel de desarrollo que le genera a sus pobladores libertad, capacidad para decidir a qué tipo de actividad económica se quieren dedicar, cómo dirigir su economía, y cómo acceder a los recursos naturales, físicos, sociales y económicos, es decir, la felicidad cifrada alrededor de la construcción social y económica que cada grupo humano asentado decide realizar en esta zona. Para esto es indispensable que el crecimiento económico cuente con un clima positivo, con un sistema político aporte al proceso de manera sistémica —no un sistema político que trabe ese proceso— pues el objetivo de las diferentes actividades agropecuarias que se realizan en la región, no solo giran en torno a la producción y productividad, sino a la cultura y a una forma del “buen vivir”.

¿Cómo pensar el desarrollo económico con la realidad de una Colombia eminentemente rural?

De acuerdo con el informe presentado por el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011), se tornó la mirada a la sociedad rural, que es la principal fuente de crecimiento económico de un país, por la producción de alimentos, materias primas y recursos ambientales. Sin embargo, el desarrollo económico debería ser entendido como el medio para conseguir el verdadero desarrollo humano, fundamentado en principios como la equidad y sostenibilidad (Moro, 2011).

Es una realidad que el sector rural en este momento vive serios procesos de vulnerabilidad: concentración inadecuada de la tierras, ampliación de la explotación del suelo hacia actividades económicas que potencialmente no serían posibles, por lo cual se evidencian los conflictos de la agricultura versus la ganadería, la minería versus las áreas de reserva natural, esto sin contar los vastos efectos de la minería sobre aquellas poblaciones que a pesar de tener títulos colectivos de la tierra como los afrocolombianas e indígenas padecen el flagelo de la minería con los efectos que deja en la afectación del tejido social, de la cultura, de la producción agropecuaria, de los servicios y de su identidad cultural. Además, otro factor importante es la ampliación del conflicto armando que ha virado de los cultivos ilícitos hacia la actividad minera, uno de los ejercicios de más fuertes conflictos sociales

de la historia, que ha dejado varios muertos en el sector rural y que genera funestas consecuencias en las economías de las regiones, por el crecimiento de la pobreza, desigualdad e inequidad social.

Los desafíos de la nueva ruralidad y desarrollo sostenible en el campo de las agrociencias

Uno de los grandes desafíos que tiene el abordaje de las agrociencias en pro del desarrollo económico y la nueva ruralidad en Colombia, es su dinamización desde las políticas públicas del Estado colombiano. Lograr el desarrollo rural integrado significa, entre otras, superar el gran conflicto social que lleva más de cincuenta años en el país, el conflicto de tierras, que ha tenido parte de sus orígenes en la Ley de Tierras de 1936, las leyes de la reforma agrarias de 1961 y 1968 (Sierra, Grueso, Prada y Salinas, 2011), la inadecuada distribución de la tierra, la falta de acceso a los recursos naturales, tierra, agua, el acceso completo y de calidad a la educación, la salud, la vivienda, el transporte y el saneamiento. Es importante también, pensar en la soslayada participación social, que en algunos casos podría pensarse en la exclusión social y política, que va en contravía del desarrollo, la pobreza, la equidad y la igualdad, puntos neurálgicos de las agrociencias.

Sin embargo, muchas de las políticas que han regido en el país no han logrado desde las instituciones del orden central llegar a la sociedad rural que, aunque es el motor generador de crecimiento económico derivado desde el sector agropecuario, ha sido desconocido, olvidado y abandonado, porque no se ha evidenciado una política de desarrollo e inversión económica hacia dicho sector. Últimamente, las políticas de Estado han estado focalizando su apoyo hacia otro tipo de sectores, como la minería, lo cual ha traído efectivos significativos sobre el sector agropecuario, desde la baja disponibilidad de mano de obra para el desarrollo de la actividad agropecuaria por las asignaciones monetarias tan bajas cuando se compara con la actividad minera, así como los problemas en la producción y comercialización de los productos agropecuarios como la leche y la carne.

La nueva ruralidad exige como reto caminar en la senda del desarrollo rural sostenible, que conforme a los preceptos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) debe ser entendido “como un proceso de transformación de las sociedades rurales y sus unidades territoriales,

centrado en las personas, participativo, con políticas específicas dirigidas a la superación de los desequilibrios sociales, económicos, institucionales, ecológicos y de género” (2000, p. 8), que busca ampliar las oportunidades de desarrollo humano; con el objeto de conseguir estos ideales es preciso contemplar las siguientes estrategias básicas: reducción de la pobreza rural; planificación integral territorial; desarrollo del capital social; fortalecimiento de la economía multisectorial; fomento de la competitividad y de la eficiencia productiva; profundización de la descentralización y desarrollo institucional; formulación diferenciada de políticas; ampliación de las oportunidades de acceso a activos productivos para el logro de la equidad; desarrollo político-social e institucional territorial; incorporación de la dimensión ambiental en el desarrollo y el manejo sostenible de los recursos naturales y ecosistemas frágiles; tratamiento de los desastres naturales; estrategia laboral rural; articulación del desarrollo rural con la mundialización.

Las agrociencias, de acuerdo con Romero y Villamil (2011), constituyen una aplicación práctica de la investigación y la innovación, lo cual se puede entender como el conocimiento que desde la biología se hace presente en el mundo rural aplicando la biotecnología, la química, bioeconomía y la bioingeniería genética, generando desarrollo en la industria al servicio del mundo rural, como una interesante opción que debe promover el desarrollo económico y social de las poblaciones asentadas en ese espacio territorial rural, facilitando la integración del conocimiento local, el desarrollo humano integral y sustentable. La garantía de la soberanía alimentaria en la aplicación del conocimiento *per se* desde las agrociencias, para la zona tropical, específicamente en la orinoquía colombiana, debe ser entendida como aquella que ayude a la conservación de la biodiversidad sin comprometer los recursos naturales de la generaciones futuras.

No obstante, es importante resaltar cómo la promoción y ejecución de los grandes proyectos agroindustriales de los últimos diez años, como el caso de la palma aceitera, un proyecto a gran escala, ha afectado ostensible ese anhelado progreso económico, pues aunque dan la posibilidad de crear riqueza para cierto sectores de la población, también hace que la población más vulnerable se vea afectada, generando un impacto de carácter negativo sobre el ambiente de dichas regiones; por los problemas de violencia, desplazamiento y, de alguna manera, el empobrecimiento de los pobladores rurales, así como la afectación en la salud, en los recursos de agua y suelo por el uso indiscriminado de agrotóxicos, atentando de este modo contra la biodiversidad.

El desarrollo de las economías desde el territorio rural debe contemplar la globalización de los mercados y sus ajustes estructurales, la competitividad social en el marco de una economía rural y el comercio agrícola, la economía del territorio y su innovación, la perspectiva de género, la equidad, la sostenibilidad, la pluriproduktividad, los recursos naturales y genéticos, el valor de la biodiversidad en el territorio, los servicios ambientales y el repensar de un urbanismo rural y la presencialidad de las instituciones, cooperaciones, organizaciones no gubernamentales, empresas integradas hacia la verdadera construcción social y económica (Echeverri y Ribero, 2002).

Como consecuencia de lo anterior, es necesario pensar en el planteamiento de políticas —que de forma real— puedan generar un crecimiento económico, sin discriminación, que propenda al verdadero desarrollo humano, y movilice el sector agropecuario hacia el polo del desarrollo, donde el índice de ruralidad pueda mejorarse así como el índice Gini de tierras con un sistema de política integral. No obstante, es un reto para las agrociencias hacer realidad la transferencia y adopción de nuevas tecnologías que aseguren un crecimiento sostenible de las comunidades rurales, no solo en lo material, sino también en el bienestar e inculcando valores que privilegien la identidad de la población por su territorio.

Conclusiones

El desarrollo económico de la Orinoquía debe ser replanteado desde la nueva ruralidad, pensada a partir del territorio, los asentamientos humanos, la cultura, la idiosincrasia de las comunidades campesinas e indígenas, el respeto a la biodiversidad, a la dignidad del género, a la pluriactividad de la región. Bajo el contexto de las agrociencias, esto implica el diseño e implementación de políticas que aseguren la equidad y mejoren el acceso a la educación, la vivienda y por supuesto al uso de la innovación tecnológica apropiada, que aporte al mejoramiento de la productividad agropecuaria de la región de la Orinoquía, que ayude a garantizar el desarrollo sostenible de la población allí asentada.

Referencias

- Amézquita, E., Hoyos, P., Molina, D., Idupulapati, R., Sanz, J. y Vera, R. (2003). El futuro de la Orinoquía. En *Construcción de capas arables productivas en suelos de la altillanura*. Seminario Taller Internacional de Mejoramiento de arroz de Secano para América Latina y el Caribe. Villavicencio, Meta. Presentación técnica en línea. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Andrade, G. et al. (2009). *La mejor Orinoquía que podemos construir: elementos para la sostenibilidad ambiental del desarrollo*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Aristizábal, D. (2003). Ciencia, tecnología e innovación, el futuro de la Orinoquía. El desarrollo agrícola de la altillanura colombiana. En *Seminario Taller Internacional de Mejoramiento de arroz de secano para América Latina y el Caribe*. Villavicencio Meta. Presentación técnica recuperada de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/arroz/d_aristizabal.pdf
- Canales, M. (2005). La nueva ruralidad en Chile: apuntes sobre subjetividad y territorios vividos. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Humano*, 12(56), 1-8. Recuperado de http://www.revistahumanum.org/revista/wp-content/uploads/2012/07/02_chile.pdf
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). (2014, 12 de enero). *Política para el desarrollo integral de la Orinoquía: Altillanura Fase I*. Conpes 3797. Bogotá: autor - Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Cuesta, A. (2011). Horizontes de desarrollo científico en el departamento de Casanare para una nueva ruralidad. *Revista Universidad de La Salle* (55), 115-137.
- Cuesta, A. (2013). Conquista de nuevos territorios. *Traza* (8), 54-72.
- Echeverri, R. y Ribero, M. (2002). *Nueva ruralidad visión del territorio en América Latina y el Caribe*. s. l.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). *Informe de coyuntura económica regional 2010*. Bogotá: Banco de la República.
- De Grammont, H. (2004). La nueva ruralidad en América Latina. *Revista Mexicana de Sociología* 66, número especial de octubre, 279-300. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/3541454>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) (2011, octubre). *La ganadería colombiana y las cadenas láctea y cárnica. Cifras de referencia. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019*. Recuperado de <http://www.portal.fedegan.org.co>

- Fernández, A., Piedrahita, E. y Senior, A. (2009). *Oferta agropecuaria. Encuesta nacional agropecuaria. Cifras de referencia*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Departamento Nacional de Planeación y Corporación Colombia Internacional.
- Fernández, E. (2010). Capítulo 3. La sociedad rural y la nueva ruralidad. En *El campo uruguayo*. Uruguay: Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- Hoz, J. V. (mayo de 2009). El futuro de la Orinoquía. Recuperado en 2012, de Geografía económica de la Orinoquía. Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER). Cartagena. Documentos de trabajo sobre Economía Regional No 113. 97 p. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-113.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2000). *Nueva ruralidad*. San José de Costa Rica: Dirección de Desarrollo Rural Sostenible.
- Mejía, M. (1985). *Orinoquía colombiana. Sabanas de altillanura. Clima y uso de la tierra*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2008). *Estadísticas del sector agropecuario*. Bogotá: autor.
- Molano, J. (1998). Biogeografía de la Orinoquía colombiana. En *Colombia, Orinoco. Fondo F.E.N. Colombia para la protección de la naturaleza*. Bogotá: Op. Gráficas.
- Moro, B. (2011). *El campesinado. Reconocimiento para construir país*. Bogotá: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Pérez, E. y Farah, M. (2012, septiembre). Nueva ruralidad y desarrollo rural con enfoque territorial. Conferencia en Seminario del Doctorado en Agrociencias. Bogotá.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Colombia rural razones para la esperanza. Informe nacional de desarrollo humano*. Bogotá: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Restrepo, J. (2013). Nueva visión de la investigación para el desarrollo agropecuario de la Altillanura Colombiana. Recuperado de http://www.puertogaitan-meta.gov.co/apc-aa-files/37623664636161643935333138653663/Presentaci_n_Corpoica.pdf
- Rincón, A. y Flores, H. (2013). Sistemas integrados agrícolas ganaderos y forestales, para el desarrollo de la Orinoquía colombiana. En *Manual técnico 17*. Villavencio, Colombia: Corpoica.
- Rivas, L. y Holmann, F. (2002). Sistema de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América tropical. En

- Curso de actualización en el manejo de ganado bovino doble propósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Veracruz, México. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tropoleche/sist_doble_prop_viab.pdf
- Rousset, C. (1974). *La anti-naturaleza: elementos para una filosofía trágica*. Madrid: Taurus.
- Romero, J. y Villamil, L. C. (2011). Las agrociencias, una escuela de pensamiento para la nueva ruralidad. *Revista Universidad de La Salle* 55, 67-97.
- Samper, M. (2012, 15 de noviembre). *Nueva ruralidad y desarrollo territorial*. Conferencia para el Doctorado en Agrociencias. Bogotá: PRAT E IICA.
- Sen, A. (2004). *Desarrollo y libertad*. Bogotá: Planeta.
- Sierra, T., Grueso, L., Prada, M., y Salinas, Y. (2011). *Derechos enterrados: comunidades étnicas y campesinas en Colombia, nueve casos de estudio*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Toledo, M. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 7, 1-26
- Torres, L. (2008). Nueva ruralidad en territorios periféricos: los productores caprinos del noroeste de Mendoza (Argentina). *Universitas Humanística* (66), 199-218.
- Viloria, J. (2009). *Geografía económica de la Orinoquía. Documentos de trabajo sobre economía regional*. Bogotá: Banco de la República.
- YR, A. (2011). Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la Orinoquía colombiana. *Revista Sistemas de Producción Agroecológica* 2(1), 103-128.

La ciencia animal en el contexto de las agrociencias

*Laila C. Bernal Bechara**

En el contexto de las agrociencias, el abordaje del tema de la ciencia animal implica un recorrido desde los orígenes de esta —su conceptualización y aplicación— y cómo la innovación se ha considerado un elemento de importancia para la resolución de problemas del sector agropecuario. Lo anterior, con el propósito de generar alimentos, principalmente, proteína de origen animal para satisfacer las necesidades alimenticias de los seres humanos.

En la actualidad, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015), uno de los principales problemas de la humanidad, que debe atenderse con carácter prioritario y que además es considerado el objetivo número uno del desarrollo del milenio, es la reducción de la pobreza extrema y del hambre. Los indicadores de seguridad alimentaria, provistos por FAO, reportan, en su última actualización del mes de mayo, que la proporción del suministro de energía alimentaria (kcal/persona/día), derivado de cereales, raíces y tubérculos, del total de suministro de energía de la dieta, para el mundo en el 2009-2011 fue del 52%, y para Colombia del 35%; mientras que el suministro de proteína promedio fue de 72 g/persona cada día para el mundo en el mismo periodo y para Colombia de 62 g/persona cada día. El indicador de la proteína de origen animal, que comprende el consumo de carne, leche y sus derivados, huevos, pescado, grasa y subproductos, así como las demás fuentes obtenidas de medios acuáticos fue 31 g/persona cada día para el mundo y para Colombia de 32 g/persona cada día (Faostat, 2015). Estas cifras se traducen, actualmente, en que más de 805 millones de personas en el mundo no tienen suficientes

* Zootecnista. MSc. Estudiante del Doctorado en Agrociencias. Profesora asistente del programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: labernal@unisalle.edu.co

alimentos para llevar una vida saludable y activa, lo que equivale a que una de cada nueve personas no se alimenta bien. El Programa Mundial de Alimentos (Programa Mundial de Alimentos, 2015) reporta que la nutrición deficiente es la causa de la muerte de 3.1 millones de niños cada año, lo que corresponde casi a la mitad (45%) de las muertes en niños menores de cinco años.

No obstante, a la anterior situación sobre el tema del hambre, de acuerdo con el Banco Mundial (2015), la población mundial crece a razón de 200.000 personas/día, lo que hará que para el 2016, se reporte aproximadamente más de 7.414.288.460 personas, lo que trae como consecuencia que seis de cada siete personas vivirán en países de ingresos medios a bajos. Esta situación traerá como repercusiones, una mayor presión a los recursos naturales, afectación al ambiente, por la emisión de gases efecto invernadero derivado de la diversidad de actividades antrópicas que tendrán que generarse, debido a la inminente necesidad de producir más alimentos, y generar condiciones que ayuden a garantizar la soberanía alimentaria y la calidad de vida de la población. Esta situación, de una u otra forma, traerá consigo la inminente aparición de enfermedades y, debido al cambio climático que se enfrenta, la presentación de un sin número de fenómenos naturales, el cambio de los mapas de hambre y producción de alimentos, así como la afectación y dificultad cada vez para producir alimentos en menos tiempo, de calidad y en mayor cantidad.

Sin embargo, las agrociencias y la ciencia animal deben atender el reto de producir alimentos de forma eficiente, conservar el ambiente, la diversidad de flora y fauna, y los investigadores que trabajan en dichas ciencias deben buscar alternativas y herramientas desde la innovación y la bioeconomía que permitan a las comunidades rurales, campesinas, afrocolombianas e indígenas subsistir y garantizar la vida para las generaciones futuras, procurando la construcción de sociedades más justas, equitativas, en las que la mujer tenga un trato igualitario y mejor acceso a recursos y espacios, que sean incluidos todos estos aspectos en el diseño de políticas que atiendan las necesidades de la nueva ruralidad.

La conceptualización de las agrociencias y la ciencia animal

Las agrociencias han tenido sus orígenes en la agricultura, cuando su enseñanza fue promulgada desde Benjamin Franklin para cada lugar y lograr

abrirse la primera escuela secundaria de agricultura en Gardiner, Maine y luego en Massachussetts (Shelley, Conroy y Dailey, 2000).

Las agrociencias nacen en Estados Unidos cuando la Comisión Nacional de la Educación Preuniversitaria decide incluir en la mayoría de los programas de agricultura el uso de parcelas de poca extensión como, por ejemplo, pequeñas unidades experimentales científicas para una práctica significativa que permitió aplicar los principios de la biología, ayudando a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en la comprensión de las prácticas modernas de la agricultura y su aplicación para la obtención de productos. Esta situación hizo que cuando la agricultura y la ciencia fueran combinadas, se crearan las agrociencias, entendidas del inglés como *Agri* de *agriculture*: agricultura y *Science*: ciencia, en una sola palabra: *agriscience* (Sikinyi, 2003). Según Duval (1988, citado en Sikinyi, 2003), las investigaciones en la enseñanza de la agricultura marcaron la necesidad de incluir la biotecnología en los programas de agricultura, logrando así que los jóvenes rurales, urbanos y suburbanos pudieran hacer la conexión entre ciencia, agricultura sostenible y conservación de recursos naturales, como una estrategia de preparación para el futuro de la agricultura. En 1988, el Consejo Nacional de Investigación publica una recomendación sobre la necesidad de que los estudiantes comprendan los conceptos básicos de las ciencias: animal, vegetal, la biotecnología y la ingeniería de sistemas en un nuevo concepto llamado *agrociencias* (Shelley, Conroy y Dailey, 2000; Feng, 2012). En el mismo año se instauró el Congreso de las Tecnologías Emergentes en Agrociencias en la Florida, en el que se recomienda la incorporación de los principios científicos relacionados con la agricultura en los currículos académicos.

De acuerdo con Conroy y Walker (1998), las agrociencias fueron definidas como: “las ciencias que identifican y usan conceptos de las ciencias biológicas, la química y la física en la enseñanza de la agricultura, empleando la práctica para que el estudiante pueda relacionar dichos conceptos” (citados en Shelley, Conroy y Dailey, 2000, p. 2). También debe destacarse que las agrociencias respondían a los continuos cambios que se daban en la industria y que la educación debía ir adaptando para formar de manera adecuada a los estudiantes, es decir, con vocación hacia la agricultura, esto al generar mayor interés con la aplicación práctica.

No obstante, y según Ajuoga (2006), las agrociencias fueron también definidas como el conjunto completo de las ciencias que son normalmente usadas para aprender, investigar y practicar en agricultura, y que ya incluyen,

además de la agricultura tradicional, el ambiente y la agricultura sostenible (Cordell, 2008).

Luego, Theriot y Kotrlik (2009) plantean un abordaje de las agrociencias como la integración de la agronomía, la fisiología vegetal y los cultivos, la genética, la nutrición animal y vegetal, el manejo de recursos naturales, el manejo integral de pesticidas y la acuicultura. Aunque esta integración solía presentar ciertas dificultades en la adopción por parte de los estudiantes (Ricketts, Duncan y Peake, 2006; Dolan y Glasson, 2010; Wilson y Curry, 2011).

Según Carter (2014), las agrociencias exploran tópicos de las ciencias que involucran el campo de la agricultura y la aplicación de los principios científicos del suelo, las plantas, los animales y el ambiente.

En la actualidad, las agrociencias son consideradas en el sentido del término o concepto como nuevas y que sencillamente se definen como la aplicación de principios científicos y nuevas tecnologías a la agricultura (Burton, 2000; Burton y Cooper, 2009). Las agrociencias involucran muchas disciplinas como la acuicultura, la ingeniería agrícola, la zootecnia, la agronomía, la edafología, el control integrado de plagas, los alimentos orgánicos, los recursos hidrológicos y el cuidado del ambiente (Burton y Cooper, 2009).

La *ciencia animal*, de acuerdo con la Sociedad Americana de Ciencia Animal (ASAS, 2015), tiene que ver con la ciencia y la empresa encargada de generar productos y subproductos de origen animal a partir de las especies animales domésticas: bovinos, ovejas, cabras, equinos, aves y cerdos, pero no limitado solo a estas especies. No obstante, la ciencia animal también se ocupa de los animales de compañía, su nutrición, cuidado y bienestar.

La zootecnia es una ciencia aplicada a los animales, que involucra la cría, el cuidado y el manejo de las especies animales domésticas bajo principios de nutrición, reproducción, producción, genética y manejo de las especies (Burton y Cooper, 2009).

Los animales domésticos son fuente de alimentación, vestido (lana), subproductos (como estiércol, usado como fertilizante y combustible), investigación a través de la experimentación con ellos, fuerza de trabajo, recreación y placer para aquellos que los mantienen en sus casas (Field y Taylor, 2008).

Uno de los objetivos más claros de la producción animal es la generación de proteína inocua y de buena calidad en la industria alimentaria, que pueda ayudar a satisfacer las necesidades alimenticias de la población humana, bajo principios éticos que permitan garantizar el bienestar animal. La investigación

en ciencia animal implica tener que aplicar los principios de las ciencias biológicas, físicas y sociales a los problemas asociados con la producción y el manejo de los animales domésticos. Trabajar en ciencia animal significa ser eficiente en la producción de alimentos de origen animal, el procesamiento y el consumo de proteína (carne-leche) de alta calidad, así como del manejo de animales de compañía con fines de recreación y de ocio, el mantenimiento de la salud y el bienestar animal (ASAS, 2015). La zootecnia implica producción animal, mejoramiento, comercialización, transformación, distribución y diversas industrias al servicio aliadas a dicha producción.

La investigación científica en la ciencia animal implica el conocimiento de los principios del comportamiento animal, la genética, la microbiología, la nutrición, la fisiología, la reproducción y el manejo integral de dichas disciplinas. En el contexto de las agrociencias, la ciencia animal es una parte de ellas que aporta en la generación de alimentos y conocimiento para ser optimizado en pro del desarrollo de la vida en el planeta.

El enfoque de las agrociencias desde la visión de la Universidad de La Salle

Las agrociencias en la Universidad de La Salle, de acuerdo con Romero y Villamil (2011), se han enfocado hacia

[...] la integración de las ciencias biológicas y las ciencias agropecuarias, y su relación con el entorno social y económico, atendiendo a los conceptos de la *agricultura tropical*, la *nueva ruralidad*, la *innovación* y la *bioeconomía*, donde desde la visión sistémica y transdisciplinaria, la investigación debe tener elementos de innovación y generar cadenas de valor que ayuden a resolver las problemáticas de la agricultura tropical y del mundo rural. (p. 22)

Dentro de las agrociencias, el término *nueva ruralidad*, de acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2000), asume la perspectiva de un nuevo escenario rural que parte de las necesidades de conceptualizar a partir de la acentuación de los desequilibrios en el medio rural, la necesidad de generar ingresos y reducir la pobreza, reconocer el potencial existente en el medio rural para el desarrollo y la creciente

importancia que ha tendido el desarrollo económico —humano focalizado desde las unidades territoriales—. Bajo esta perspectiva, se plantea que los fundamentos a tener como principales referentes, si se quiere producir avances en la construcción de una *nueva ruralidad* de acuerdo con IICA, son: el desarrollo humano como objetivo central del desarrollo; el fortalecimiento de la democracia y de la ciudadanía; el crecimiento económico con equidad; la sostenibilidad del desarrollo; el desarrollo rural sostenible más allá del enfoque compensatorio y la asistencia; el capital social como sustento de las estrategias de desarrollo.

Según Cuesta (2011), la nueva ruralidad es concebida desde una mirada interdisciplinaria del mundo rural, pues no tiene límites en las relaciones entre lo urbano y lo rural porque incorpora la visión del territorio como un espacio social complejo, en el que se da paso al nuevo desarrollo de funciones en el área rural. El enfoque de la nueva ruralidad se centra en el entendimiento, la intervención y las transformaciones que se dan desde el territorio, constituido como la unidad base de la dimensión social, el desarrollo de actividades específicas, las migraciones y la habitabilidad estratégica, entendida esta última como al relación existente entre el habitante y su espacio (Cuesta, 2013). La *agricultura tropical* debe, de acuerdo con Universidad de La Salle (2014),

[...] generar o apropiarse el conocimiento científico para entender la complejidad biofísica, socioeconómica y cultural del trópico y aprovechar en forma sostenible la variabilidad genética existente y desarrollar procesos y productos de innovación tecnológica que se ajusten a la oferta ambiental tropical y a las nuevas demandas del mercado.

La *bioeconomía* es concebida, según Universidad de La Salle (2014), como “la expresión de la biotecnología para generar valor y construir espacios económicos desde las ciencias de la vida y los recursos biológicos”. Por otro lado, en el redimensionamiento permanente que tiene la Universidad de La Salle, se ha redefinido el quehacer del investigador en agrociencias, el cual debe:

[...] interpretar críticamente los fenómenos de la agricultura tropical, identificar los problemas y potencialidades del sector agrícola; diseñar, conducir y desarrollar desde las agrociencias los procesos

de investigación de manera autónoma e independiente, para generar conocimiento en el entorno de la bioeconomía e innovación en el marco de la nueva ruralidad tropical (Universidad de La Salle, 2014).

No obstante, la Universidad de La Salle (2015) asumió la investigación científica en las agrociencias desde las siguientes líneas y sublíneas para el 2012:

Reproducción y recursos genéticos animales. a) Ecofisiología de la reproducción. b) Biología del desarrollo. c) Biotecnología de la reproducción. d) Recursos genéticos animales.

Modelos nutricionales y sistemas de alimentación. a) Ecofisiología de la nutrición. b) Fisiología del crecimiento y la lactancia. c) Recursos alimenticios. d) Sistemas y modelos de alimentación.

Medicina de poblaciones y salud pública. a) Agentes bióticos y salud. b) Epidemiología y economía. c) Protección y seguridad alimentaria. d) Enfermedades emergentes y reemergentes.

Protección vegetal y epidemiología tropical. a) Entomología. b) Fitopatología y epidemiología.

Recursos genéticos vegetales y fitomejoramiento. a) Genética vegetal y estudios de biodiversidad. b) Genética cuantitativa y de poblaciones y métodos de mejoramiento. c) Aplicación de nuevas herramientas al mejoramiento genético.

Ecofisiología y manejo de cultivos. a) Agroclimatología-cambio climático y agroforestería. b) Fisiología del estrés. c) Crecimiento y desarrollo.

Suelos, aguas y recursos naturales. a) Edafología. b) Nutrición vegetal. c) Recursos hídricos.

Actualmente estas líneas de investigación han sido redefinidas y se han establecido las siguientes (Universidad de La Salle, 2014):

- Gestión y biotecnologías de la reproducción aplicadas al mejoramiento genético en animales del trópico.
- Sistemas de nutrición y alimentación animal sustentable.
- Medicina de poblaciones y salud pública.
- Agricultura sustentable.
- Estudios agrarios y ambientales.

Por consiguiente, la investigación en las agrociencias están orientadas hacia la innovación en productos, procesos, sistemas y servicios, con el propósito de proveer soluciones a los problemas tecnológicos del sector

agrario, del sector pecuario y del mundo rural, y que se expresan a través de la consolidación de bioeconomías regionales y locales con extensión a países y bloques de países (Universidad de La Salle, 2015).

La investigación científica en la ciencia animal

Los constantes cambios en la actualidad, como la alta tasa demográfica y el cambio climático, generan cambios en los hábitos y en la dieta de las personas, lo cual reta a una mayor producción de alimentos, que cada día se ve diezmada por la fuerte intervención antrópica en los ecosistemas y que han implicado la deforestación, la ganaderización de la frontera agrícola y la cada vez limitada fertilidad del suelo para la obtención de proteína de origen animal y vegetal.

La producción de alimentos es una prioridad en el planeta y está seriamente afectada por el cambio climático. Los regímenes variantes de lluvia y sequía hacen que las zonas que antes eran las más propicias para la producción de alimentos ahora no lo sean y haya que prepararse con el uso de la tecnología de nuevas herramientas y estrategias que ayuden a optimizar la producción por la demanda de profesionales del sector agropecuario, que deben estar en capacidad de identificar oportunidades y plantear soluciones innovadores para atender la producción de proteína de origen animal inocua y en suficiente cantidad.

No obstante, la investigación en ciencia animal, acorde con la sociedad americana de ciencia animal, involucra los siguientes aspectos:

- Descubrir, compartir y aplicar el conocimiento científico en el manejo responsable de los animales domésticos para mejorar la vida humana y el bienestar.
- Estudiar los procesos biológicos que ayudan a mejorar la producción de carne, leche, huevos y fibra alrededor del mundo.
- Proporcionar las bases de la atención humana en el cuidado de los animales.
- Realizar investigaciones sobre genética, nutrición, reproducción, crecimiento y desarrollo de animales domésticos, animales de compañía y especies animales exóticas.

Algunos aportes de la ciencia animal a las agrociencias

En la actualidad, la investigación científica en la ciencia animal ha tenido el apoyo de ciencias que con sus herramientas y tecnologías han favorecido el mejoramiento y la productividad de los sistemas de producción animal, como una opción para tener mayor disponibilidad de proteína de origen animal a lo largo del año, con el único fin de satisfacer las necesidades alimenticias de la población humana.

La genética y la genómica, según Bishop y Woolliams (2014), han considerado la aplicación de sus técnicas para atender la resistencia a enfermedades, seleccionar animales para hacer cruzamientos hacia ciertas características productivas, que ayuden a mejorar la eficiencia animal, reducir estrés, garantizar la salud animal y la buena genética animal; por eso actualmente se dispone, en el caso de las aves, por ejemplo, de líneas mejoradas para producir carne como Ross 308, Cobb que en poco tiempo pueden producir carne para el consumo humano, lo mismo ocurre con los cerdos (línea Pietrain), que son bastante precoces y de buena composición de carne en canal.

Sutherland *et al.* (2015) plantean que el uso de bioplásticos, procedentes de material prima de origen vegetal renovable, como la caña y el maíz, son una opción alterna a los petroquímicos. Las algas, constituyen otra opción, pues se extraen aceites y aditivos para la industria animal, a partir de algas genéticamente modificadas. De igual manera, se destaca el uso de hongos y bacterias, para la extracción de enzimas y otros aditivos útiles en alimentación animal.

Wageningen Academic Press y World Association for Animal Production (2007) reporta el grupo de sustancias promotoras de crecimiento en los animales, al favorecer la microflora intestinal, incrementar la digestibilidad y favorecer la producción animal al ser suministrado en la dieta, tal es el caso de los ácidos orgánicos e inorgánicos (acidificadores alimenticios), los probióticos, los prebióticos, los simbióticos (mezclas de los dos anteriores), las enzimas exógenas, los fitogénicos y los estimulantes inmunes (antígenos).

Rothschilds y Plastow (2014) plantean que han pasado alrededor de 25 años desde que se iniciaron las investigaciones en genética molecular en los animales, lo que ha permitido identificar genes, mapear genes, identificar un *locus* carácter cuantitativo (QTL), estudiar el genoma e iniciar la secuenciación de los genes de la mayoría de las especies animales, usar marcadores,

la tecnología de chips para poder mejorar la obtención de los productos de origen animal.

Lievens, Querci y Patak (2015) manifiestan que desde que se introdujeron en 1996 los organismos genéticamente modificados, la agricultura ha mejorado ostensiblemente la producción vegetal y animal en los diferentes ambientes, además de la generación de productos biofarmacéuticos que han sido desarrollados desde los animales transgénicos. De hecho, también se disponen de semillas transgénicas, resistentes al ataque de plagas y enfermedades y que han mejorado la productividad de biomasa por unidad de área.

Eckersall, Almeida y Miller (2012) evidencian la importancia de la aplicación de la proteómica en la ciencia animal, ya que ayuda a comprender el fenotipo, la fisiología, la patología y la productividad de los animales en producción, así como el crecimiento, el desarrollo y la producción de proteínas en la células, los tejidos o fluidos en las funciones y los procesos metabólicos.

La evolución en el desarrollo de la ciencia animal ha sido evidente, desde las líneas genéticas que se emplean en las diferentes especies animales, la optimización de materias primas por la composición de nutrientes, la formulación de los programas de balanceo de raciones para mejorar el aprovechamiento de nutrientes gracias al desarrollo de las comunicaciones y la ingeniería de sistemas, el desarrollo de los programas de simulación animal para correr ensayos antes de llevarlos a campo, la utilización de especies animales como modelo del humano, para estudiar el efecto de medicamentos en la salud de humanos, el desarrollo de nuevas semillas, variedades, y cultivares que tiene resistencia a las plagas y enfermedades, así como las variaciones climáticas. También se debe indicar que el desarrollo de maquinaria tecnológica para la preparación de suelos, la cosecha de forrajes, la conservación de forrajes, como henos, henolajes, ensilajes, son una opción de ofertar comida en la época seca y ayudan a dicho propósito. La generación de estrategias para manejar de forma amigable la ganadería con el medio ambiente, al hacer uso de la agroforestería, es una opción ecológicamente sostenible. La constante búsqueda de opciones que ayudan desde el manejo de la alimentación, hasta la utilización de los principios activos de las plantas, para mitigar el impacto de los gases efecto invernadero, son innovaciones tecnológicas que buscan favorecer la producción animal.

Los estudios de avance tecnológico más recientes van hacia el campo de la nanotecnología, buscando cada vez más la opción de ser más eficientes

en los procesos por la inminente necesidad de optimizar la producción en cantidad, calidad y unidad de área.

El reto de la investigación científica será responder desde las agrociencias a la generación de alimentos para las comunidades rurales (campesinos, afrocolombianos e indígenas) en ecosistemas intervenidos y con un variable de cambio climático.

Conclusiones

Las agrociencias se constituyen en la opción más integral para favorecer el desarrollo del sector agropecuario, privilegiando los principios de la agricultura tropical, la bioeconomía y la nueva ruralidad, hacia la búsqueda de soluciones con innovación tecnológica, a bajo costo y sostenibles, que puedan ser adoptados por las sociedades que habitan el mundo rural. La ciencia animal es una de esas ciencias que aporta a las agrociencias en la generación de proteína de origen animal que ayude a reducir el hambre en el mundo, por su mejor disponibilidad y acceso.

Referencias

- Ajuoga, M. (2006). *Sustainable agriculture and the perceptions of high school agriculture teacher in the North Central Region of the United States*. Ames, Iowa, Estados Unidos: Retrospective Theses and Dissertations. Iowa State University.
- American Society of Animal Science (ASAS). (2015). *What is Animal Science*. Recuperado de <https://www.asas.org/membership-services/student-resources/what-is-animal-science->
- Banco Mundial. (2015). *Tasa de crecimiento de la población*. Recuperado de <http://www.worldbank.org/depweb/spanish/modules/social/pgr/print.html>
- Bishop, S. y Woolliams, J. (2014). Genomics and disease resistance studies in livestock. *Livestock Science* 166, 190-198.
- Burton, L. D. (2000). *Agriscience and Technology*. Nueva York: Thomson Learning International Division.
- Burton, L. D. y Cooper, E. (2009). *Agrociencias: fundamentos y aplicaciones* (4.ª ed.). México: Cengage Learning.

- Carter, B. (2014). *Impact of mobile devices on student performance in an Agriscience Classroom*. Georgia, Estados Unidos: Instructional Technology Education specialist Research Papers. Georgia Southern University.
- Cordell, C. (2008). *A quality agricultural education program: a national Delphi study*. Lexington, Kentucky, Estados Unidos: University of Kentucky Master's Theses.
- Cuesta, A. (2011). Horizontes de desarrollo científico en el departamento de Casanare para una nueva ruralidad. *Revista Universidad de La Salle*, 55, 115-137.
- Cuesta, A. (2013). Conquista de nuevos territorios. *Traza* 8, 54-72.
- Dolan, J. G. y Glasson, G. (2010). Agriscience student engagement in Scientific Inquiry: representations of scientific processes and nature of science. *J. Agric. Educ.* 51(4), 10-19.
- Eckersall, P., Almeida, A. M. y Miller, I. (2012). Proteomics, a new tool for farm animal science. *Journal of Proteomics*, (75), 4187-4189.
- FAOSTAT. (2015). *Indicadores de seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/indicadores-de-la-seguridad-alimentaria/es/#.VXTcM7fbLVI>
- Feng, S. (2012). *Importance of selected science and technology topics in the instructional programs to Iowa high topics in the instructional programs to Iowa high school agricultural educators*. Ames, Iowa, Estados Unidos: Master of Science. Major: Agricultural Education. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University.
- Field, T. y Taylor, R. (2008). *Scientific Farm Animal Production* (9.^a ed.) Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson, Prentice Hall.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2000). *Nueva ruralidad*. San José de Costa Rica: Dirección de Desarrollo Rural Sostenible.
- Lievens, A., Querci, M. y Patak, A. (2015). Genetically modified animals: options and issues for traceability and enforcement. *Trends in food science and technology*, 44(2), 1-50.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2015). *La Agenda de Desarrollo Post-2015 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Recuperado el 1º de junio de 2015, de <http://www.fao.org/post-2015-mdg/mdg/es/>
- Programa Mundial de Alimentos (PMA). (2015). *Programa mundial de alimentos de las Naciones Unidas. Luchando contra el hambre*. Recuperado el 1º de junio de 2015, de <https://es.wfp.org/hambre/datos-del-hambre>

- Ricketts, J., Duncan, D. y Peake, J. (2006). Science achievement of high school students in complete programas of agriscience education. *Journal of Agricultural Education*, 47(2), 48-56.
- Romero, J. y Villamil, L. C. (2011). Las agrociencias, una escuela de pensamiento para la nueva ruralidad. *Revista de la Universidad de La Salle*, 55, 67-97.
- Rothschilds, M. y Plastow, G. (2014). Applications of genomics to improve livestock. *Livestock Science*, 166, 76-83.
- Shelley, C., Conroy, C. y Dailey, A. (2000). The move to agriscience and its impact on teacher education in agriculture. Cornell University. *Journal of Agricultural Education*. Vol. 41. Issue 4, 51-62.
- Sikinyi, T. (2003). *The role of bioscience and biotechnology in agricultural education in the secondary school agriculture curriculum as perceived by agricultural education*. Ames, Iowa, Estados Unidos: Retrospective Thesis and Dissertations. Iowa State Univesity.
- Sutherland, W., Clout, M., Depledge, M., Dicks, I., Dinsdale, J., Entwistle, A. y Spalding, M. (2015). A horizon scan of global conservation issues for 2015. *Trends in Ecology and Evolution*, 30(1), 17-25.
- Theriot, P. y Kotrlik, J. (2009). Effect of enrollment in agriscience on student's performance in science on the high school graduation test. *Journal of Agricultural Education*, 50(4), 72-86.
- Universidad de La Salle. (2014). *Doctorado en Agrociencias. Versión actualizado del Documento Maestro*. Vicerectoría de Investigación y Transferencia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá: Unisalle.
- Universidad de La Salle. (2015). *Universidad de La Salle. Doctorado en Agrociencias*. Recuperado de <http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/ProgramasAcademicos/Doctorados/Agrociencias/ccondocagrociencialineas>
- Wageningen Academic Press and World Asocciation for Animal Production. (2007). *Animal production and animal science worldwide: WAAP Book of the year 2006*. Roma: Wageningen Academic Press and World Asocciation for Animal Production.
- Wilson, E. y Curry, K. (2011). Outcomes of integrated processes: a synthesis of research. *Journal of Agricultural Education*, 52(3), 136-147.

De la agrociencia al análisis sobre agua, pobreza y desarrollo

*Gustavo Correa Assmus**

El concepto de agrociencia es joven y se encuentra en construcción. Desde una perspectiva amplia y participativa, la agrociencia se constituye en un espacio de concertación multidisciplinar; allí las ciencias se enriquecen, construyen y aportan conocimiento, a fin de otorgarle un cuerpo disciplinar concreto.

La ciencia económica ha realizado aportes al quehacer agrario. El método científico de la economía unido al análisis social establece un espacio de reflexión amplio, donde se propone desde diferentes miradas y escuelas, no solo el desarrollo productivo del agro sino también perspectivas futuras sobre lo ambiental, social y cultural.

Un escenario de esta conexión está dado en la investigación sobre las relaciones entre las categorías agua, pobreza y desarrollo, es un análisis dinámico sobre la equidad y la sostenibilidad, frente al bienestar en sus manifestaciones urbana y rural. La calidad de vida y el sostenimiento productivo se sustentan en la oferta natural de agua, la pobreza no puede ser entendida solamente como una renta baja, sino como algo más complejo donde se involucran capacidades básicas y oportunidades (Sen, 2009). El estudio conjunto sobre agua y pobreza aporta una visión sobre el desarrollo, en el que el crecimiento económico no es respuesta suficiente para una sociedad.

Con el objeto de ampliar estas reflexiones, el presente ensayo consta de cuatro componentes: el primero pretende, desde la teoría, llevar a cabo un acercamiento al concepto de agrociencia y así contribuir en su construcción; el segundo presenta las sinergias entre el agro y la economía; el tercero

* Programa doctoral en Agrociencias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: gcorrea@unisalle.edu.co

considera que los análisis sobre agua, pobreza y desarrollo forman parte del saber en agrociencias, y por último están las conclusiones.

Una aproximación al concepto de agrociencia

Etimológicamente la expresión agro viene del latín *ager* o campo y ciencia del latín *scire*, saber. Por ello, agrociencia es un saber del campo o tener conocimientos mediante los cuales es posible comprender los diferentes eventos y relaciones sociales, económicas, ambientales y culturales presentes en el campo. La bondad inherente a la reflexión sobre agrociencias radica en el hecho de ser un concepto en elaboración, cuya metodología de análisis igualmente se encuentra en construcción. En consecuencia, es un enfoque o forma de ver las cosas no finalizado, y por tanto susceptible de perfeccionarse a partir de la investigación, la experiencia y el debate.

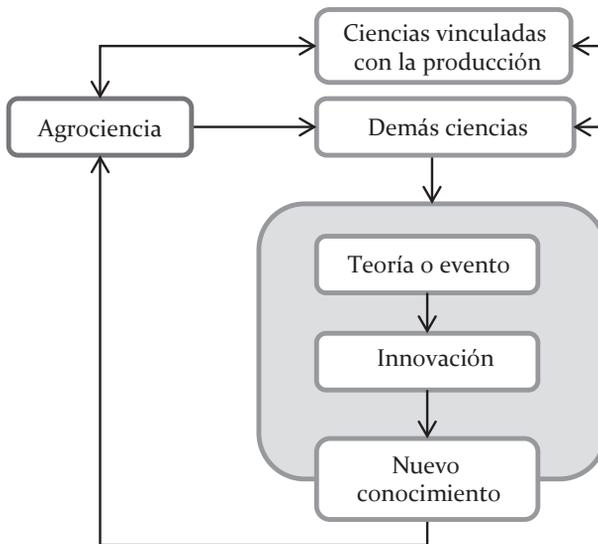
Conceptualmente, la teoría de *la firma* enunciada por Coase en 1937 y las negociaciones globalizadas sobre bienes *commodities*, le permitió a Davis y Goldbert en 1957 acuñar la expresión de agronegocios (Neyra y Senesi, 2009). Posteriormente, la articulación entre producción primaria y su transformación dio origen al concepto de agroindustria (Grass, Cervantes y Palacios, 2012). La articulación entre el agro y su relación con las ciencias directamente ligadas a su desempeño productivo —como la agronomía, la zootecnia, la veterinaria, la biología, microbiología y la entomología económica— dieron origen a la agrociencia (Burton y Cooper, 2009). Sin embargo, esta apreciación conceptual inicial es reduccionista, pues desde hace tres siglos otras ciencias como la sociología o la economía, entre otras, han mantenido un intercambio de conocimientos con el agro.

No es apropiado concebir la agrociencia como un espacio limitado y finito en términos de saberes, por el contrario es un espacio abierto, pluridimensional, que permite acercarse a lo rural y revalorizar este patrimonio. De aquí surge su enfoque en cuanto pretende pasar de lo disciplinar a lo interdisciplinar, amplía de manera sucesiva y sistemática no solo el quehacer de las disciplinas directamente vinculadas con sus procesos productivos, sino la participación de otro número de ciencias con otros intereses y métodos. Es decir, una multidisciplinariedad en la que se involucra lo social, cultural, educativo, ambiental y, por tanto, se plantea una nueva cosmovisión agraria.

La multidisciplinariedad conduce a la agrociencia hacia dos momentos metodológicos de investigación. El primero responde a los aportes al conocimiento con base en las labores culturales y la vida del agro, los cuales vienen a enriquecer el saber científico de las demás ciencias con quienes guarda relaciones de intercambio de conocimiento. El segundo surge cuando el nuevo conocimiento construido en diferentes saberes retorna nuevamente para fortalecer el quehacer y las vivencias agrarias.

Los dos momentos metodológicos sustentan su eje teórico en un método de estudio con tres valencias. La primera radica en la capacidad del agro para ofrecer abiertamente eventos empíricos objeto de investigación interdisciplinaria. La segunda permite la acción interdisciplinaria para construir un nuevo conocimiento mediado por la innovación en el sentido de la destrucción creadora, es decir, lo novedoso radica en la construcción de nuevo conocimiento cuyo origen está en la destrucción ininterrumpida del antiguo para favorecer un proceso evolutivo con nuevas creaciones elaboradas de manera diferente (Schumpeter, 2010). La tercera se sustenta en la importancia de favorecer el acervo de conocimiento de manera circular, o de beneficios mutuos (figura 1).

Figura 1. Agrociencia, interdisciplinariedad y metodología



Fuente: elaboración propia.

El concepto agrociencias busca establecer derroteros respetuosos de los elementos culturales y simbólicos de lo rural. Lo cual fortalece su aplicación endógena y reflexionar sobre desarrollos acordes con la identidad y potencialidad de los territorios y fenómenos nacionales (Friedmann y Weaver, 1980); a la vez, se evidencia la capacidad de las comunidades para gestionar su propio desarrollo.

En consecuencia, la agrociencia se sustenta en la investigación interdisciplinar de amplio espectro o de mente abierta ante los eventos de todo tipo y naturaleza presentes en un territorio singular por sus historias y personas (elemento dinámico de las vivencias rurales); una oferta natural en ecosistemas y recursos; resultados económicos de su producción y la relación urbano rural. Sin embargo, es el tiempo quien permitirá establecer el marco conceptual y teórico de la agrociencia mediante las evidencias empíricas, cualitativas o cuantitativas que se suscitan en su interior.

Algunas relaciones entre el agro y la ciencia económica

La riqueza del análisis económico radica en la dinámica de las teorías, planteamientos y consecuencias de las acciones humanas. Se enriquece en un método riguroso, científico y exacto, donde tienen cabida la multiplicidad de eventos inherentes al proceso creativo del hombre. Desde esta perspectiva, varios acercamientos empíricos permiten identificar la interacción entre el agro y la ciencia económica. Uno de estas aproximaciones se encuentra en el trabajo de Richard Cantillón (2010) en el siglo XVIII, quien observó de cerca el trabajo campesino en la producción de trigo y dedujo el precio intrínseco de los bienes, el cual sirvió de fundamento para establecer el precio de los bienes a partir de sus costos de producción. Por la misma época, Pierre le Pesant de Boisguilbert (2011) relacionó la temporalidad (cosechas) y volúmenes de la producción agrícola con fenómenos cíclicos con impacto en sus respectivos mercados, con efectos no deseados por la economía nacional en su conjunto. Casi simultáneamente, la teoría del egoísmo humano, descrita por Adam Smith (2011), permitió comprender el crecimiento de las naciones desde los derechos de propiedad y la división del trabajo, fielmente reflejados en el mercado de tierras, preámbulo de la era industrial y las luchas por la tenencia de la tierra y otros recursos como objeto de riqueza.

En los inicios del siglo XIX, Jeremy Bentham planteó “si algo añade más al placer de un campesino de lo que le quita a la felicidad de un aristócrata, es deseable” desde el punto de vista utilitarista (Ekelund y Hébert, 1995). Argumento con el cual se llega a una aritmética moral no necesariamente sustentada en la equidad, a partir del cual se avanzó en la construcción de la teoría sobre el bienestar paretiano. La preocupación por la variable demográfica fue recogida por Thomas Malthus (2000), quien pone en duda el bienestar humano en un mundo donde la población crece geoméricamente y la producción de alimentos lo hace en progresión aritmética. De igual manera, tampoco se vio con buenos ojos las leyes de granos en Inglaterra, donde grupos hegemónicos amparados en la idea del proteccionismo agrícola causaron distorsiones en la distribución de la renta y el crecimiento económico (Ekelund y Hébert, 1995).

Para Nassau Senior el aumento de trabajo en una unidad de tierra proporciona un incremento en su rendimiento, pero este aumento del rendimiento no es proporcionalmente igual al incremento en el trabajo involucrado sino menor (Bowley, 1967), por ello las producciones se encuentran vinculadas directamente con la ley marginal de los rendimientos decrecientes. David Ricardo asumió el análisis de la rentabilidad agraria con base en la calidad de las tierras (su fertilidad); Johann Heinrich von Thünen se acercó a los costos de producción agrarios relacionándolos con la localización de las unidades productoras rurales. Su novedoso argumento sostenía la necesidad de organizar el uso de la tierra en relación con la condición perecedera de los productos, y el menor costo de transporte desde la localidad de producción hasta el centro de consumo (Schumpeter, 1982). Edwin Chadwick (1843) retoma el tema de las distancias, considera el recurso agua un bien accesible a bajo precio, sin embargo, si el usuario del recurso debe desplazarse para conseguirlo en un trayecto de ida y retorno hasta su lugar de consumo, los valores transporte y tiempo transporte pueden incorporar al agua un costo oneroso para algunas familias. Jules Dupuit complementa el anterior análisis con el argumento de la utilidad marginal del agua frente a su demanda de subsistencia (Ekelund, 1968).

Desde la perspectiva pecuaria del agro, Eugen Böhm Bawerk (1998) estableció matricialmente el precio para un mercado bajo competencia simultánea entre vendedores y compradores; Alfred Marshall relacionó los cambios rápidos del mercado a corto plazo con el tiempo y la clausula *ceteris*

páribus a fin de analizar el comportamiento de los cambios con alta velocidad entre la oferta y la demanda pecuaria.

Mordekai Ezekiel articuló los planteamientos del equilibrio parcial en los mercados agrarios expuestos por Marshall (2006) con los argumentos sobre el equilibrio general de León Walras (1987) para elaborar uno de los puntos analíticos de mayor importancia en la economía agraria, el teorema de la telaraña. Los modelos tipo telaraña permiten comprender los procesos largos de producción agraria donde se suscitan retrasos en el comportamiento de una o varias de las variables intervinientes y sus implicaciones en la estabilidad o equilibrio de los mercados agrarios.

De esta manera la economía interactúa con el agro para construir conocimiento de utilidad, en el que se mezclan variables como: el empleo, la producción, el territorio, lo urbano, lo rural, el mercado, la población, los precios, el bienestar, las organizaciones y las instituciones entre otras tantas, mediadas por su dinamismo y creciente acervo tecnológico, lo cual les permite establecer relaciones y conectividades cada vez más sofisticadas.

Agua, pobreza y desarrollo

Una vez visto apartes históricos relativos a la inserción de la economía en la agrociencia, se presentan relaciones entre el agua, la pobreza y el desarrollo en ese mismo contexto de inserción. Desde la Antigüedad Aristóteles citó a Píndaro cuando dijo que “la mejor de todas las cosas es el agua”, afirmación desde la cual Adam Smith (2011) escribe la paradoja del agua y los diamantes. No es comprensible que un recurso como el agua, con alto valor de uso relacionado con la sustentación de la vida, presente un exiguo valor de cambio, mientras que los diamantes poseen un valor de uso bajo pero cuentan con un alto valor de cambio.

El padre de la escuela austriaca de pensamiento económico, Carl Menger, concluyó que el agua se cataloga entre los bienes no económicos, es decir, aquellos bienes cuya oferta supera la demanda. Hoy todos los bienes incluidos los recursos naturales como el agua se consideran bienes económicos, pues entraron en el contexto de ser escasos en relación con las necesidades humanas presentes y futuras.

El agua en Colombia es uno de los recursos cuya condición de bien no económico, común o libre cae en la dicotomía, por una parte, de extracción y

contaminación sin medida y, por la otra, de preocupación frente a su manejo y conservación. Esta compleja situación de vulnerabilidad queda sujeta a la demostración matemática de John von Neumann y Oskar Morgenstern (2007), donde se presenta la imposibilidad de maximizar dos variables contrarias al mismo tiempo. En este punto cabe recordar la pregunta de Elinor Ostrom (2009) “¿Por qué individuos plenamente racionales, cuando actúan de manera colectiva para aprovechar ciertos recursos, toman decisiones que conducen a resultados irracionales?” (p. 31).

De acuerdo con el planteamiento de Friedrich Hayek (1997), el cual sostiene la importancia de acercarse a los comportamientos económicos desde el tratamiento empírico en lugar de adoptar proposiciones o predicciones. La observación de las categorías agua, pobreza y desarrollo, con sus variables y relaciones recíprocas vigentes, mediante el análisis de series de tiempo y datos panel, ha permitido identificar situaciones de ineficiencia que sustentan fenómenos de inequidad en el modelo económico nacional.

La mayor parte de las experiencias investigativas a nivel mundial —en agua, pobreza y desarrollo— se orientan hacia el estudio de casos locales especialmente desde la perspectiva del análisis beneficio costo derivado del acceso o la perdurabilidad de la pobreza local bajo condiciones de acceso limitado. En relación con el caso colombiano se observan tres documentos: en el primero, elaborado por Pérez, Smits, Benavidez y Vargas (2004), se estudia el caso del uso múltiple del agua en el municipio de Dagua en el departamento del Cauca y advierte que la inadecuada gestión de esta aumenta los riesgos inherentes al suministro, situación por la cual se afecta la calidad de vida del campesinado local y el entorno natural simultáneamente.

El segundo, elaborado por Sánchez-Triana, Ahmed y Awe (2007), demuestra en términos de costo social, la prestación de servicios deficientes en el abastecimiento de agua, saneamiento e higiene y el impacto de los desastres naturales entre los cuales se incluyen las inundaciones y sequías. Estos problemas tienen consecuencias significativas en el arraigo de la pobreza urbana y rural. El tercer documento, escrito por Montoya (2011), explora mediante el análisis beneficio costo de los casos sobre la relación entre la disponibilidad de agua y la situación de pobreza antes y después de ejecutados proyectos de saneamiento en las poblaciones asentadas en el municipio de Moñitos, departamento de Córdoba y la cuenca del río Quindío, en el departamento del mismo nombre.

La reflexión en torno a las relaciones recíprocas entre la pobreza y el acceso al agua, mediante un conjunto de variables, y sus manifestación en un espacio histórico (1970-2012), permite analizar la forma como limitan la dinámica del desarrollo nacional. A su vez, estructuralmente la pobreza en Colombia mantiene una relación recíproca, la cual vulnera el acceso de determinados grupos sociales a la oferta de agua y la calidad de esta e interfiere sobre la dinámica del desarrollo en contextos urbanos y rurales (Correa, 2012).

Las evidencias empíricas y estimadas en relación con las relaciones dadas entre agua, pobreza y desarrollo en Colombia, indican la presencia de brechas significativas de inequidad. La pobreza rural es 21,84 puntos porcentuales mayor a la pobreza urbana, además, la población rural pobre no se distribuye homogéneamente en torno a su media, por el contrario el 45,97% de ella afronta condiciones de pobreza aún más extremas o precarias (Correa y Muñoz, 2015).

La cobertura hídrica rural alcanza el 40,65% de la población, contrario a los datos oficiales los cuales presentan una cifra del 73% (Conpes, 2014). La diferencia se sustenta en los siguientes aspectos: el 59% de los municipios del país tienen coberturas inferiores al 75% de sus pobladores y de estos el 33% presenta coberturas inferiores al 30% (Defensoría del Pueblo, 2009). En cuanto al acceso rural en términos de cantidad y calidad del agua, este es 44,41% inferior al urbano, por lo cual un 38,40% de la población pobre rural tiene condiciones de vida desmejoradas y el 52,88% de sus viviendas habitadas carecen del servicio de acueducto (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2005). El servicio de acueducto se califica como inadecuado para el 16,50% de los beneficiarios (Defensoría del Pueblo, 2010).

A nivel urbano las asimetrías indican un cubrimiento hídrico del 74,40% de la población, el cual cuestiona el reporte oficial del 97% (Conpes 3810 de 2014). La diferencia de 24,33% que se discute se sustenta en un 5,67% de las viviendas habitadas que se encuentran conectadas a una red de abastecimiento no necesariamente con agua viable (segura) para el consumo (DANE, 2005). El 10% de los municipios suministran agua sana o pura viable para el consumo, el 70% ofrece agua cruda la cual debe hervirse para poderla consumir y el 20% restante entrega al usuario agua inviable sanitariamente. Por ello, a nivel nacional se presenta un índice de riesgo en el consumo de

agua cruda del 64,5% y un índice de riesgo en el consumo de agua tratada del 10,1% (Defensoría del Pueblo, 2010).

En términos agregados, la población económicamente activa rural y urbana afectada simultáneamente por el acceso al agua y la pobreza, contrae en 0,25 de punto el índice de productividad laboral, lo cual indica deterioro en la calidad de vida, en la generación de valor agregado, en la capacidad competitiva y en la evolución salarial nacional (Correa, 2012).

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2011), la reflexión cualitativa y cuantitativa del modelo económico colombiano sustenta la explotación y contaminación indiscriminada del recurso agua, establece limitaciones en su acceso, desconoce el derecho humano a esta y, por tanto, la situación se traduce en mayor reproducción de la pobreza e inequidad en el país. Al analizar la secuencia integrada entre el acceso al agua, la pobreza y el desarrollo se observa en términos de significancia: un mayor acceso al agua en cuanto a cantidad y calidad (C+C) implica una menor pobreza ($p^* < 0,05$), una menor pobreza urbana y rural conduce a un mayor desarrollo ($p^{**} < 0,01$), un mayor acceso al agua propicia un mayor desarrollo ($p^{**} < 0,01$) y una menor pobreza favorece un mayor acceso al agua ($p^* < 0,05$) (Correa, 2012).

Conclusiones

La importancia y necesidad de darle un constructo epistemológico a la agrociencia debe partir de su apertura y libertad a la participación, la multidisciplinariedad y la investigación empírica; tomando en cuenta espacios, sociales, ambientales y culturales en contexto urbano y rural. La amplitud de las categorías agua, pobreza y desarrollo, les otorga la capacidad de interactuar con multiplicidad de espacios bien sean estos rurales o urbanos, facilitando la comprensión de la agrociencia como una oportunidad para sustentar procesos de investigación, los cuales pueden consolidar nuevas propuestas teóricas, directamente relacionadas con las brechas de inequidad, la corresponsabilidad ambiental, la gobernabilidad y el desarrollo sostenible.

Referencias

- Böhn-Bawerk, E. (1998). *Teoría positiva del capital*. Madrid: Aosta.
- Boisguilbert, P. (2011). *Le Détail de la France Sous le Règne Présent, Augmenté en Cette Nouvelle Édition de Plusieurs Mémoires et Traités Sur la Même Matière*. París: Nabu Press.
- Bowley, M. (1967). *Nassau Senior and Classical Economics*. New Albany: Octagon Books.
- Burton, D. y Cooper, E. (2009). *Agrociencias: fundamentos y aplicaciones* (4.ª ed). México: Delmar.
- Cantillón, R. (2010). *An essay on economic theory*. Alabama: Instituto Ludwig von Mises.
- Chadwick, E. (1843). *Report on the sanitary condition of the labouring population of Great Britain*. Repositorio de la Universidad de Toronto. Recuperado de <http://www.archive.org>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). (2014). *Documento 3810*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Correa, G. (2012). *Agua, pobreza y desarrollo en Colombia: un análisis para las últimas décadas*. Bogotá: Universidad de La Salle (circulación restringida).
- Correa, G. y Muñoz, A. (2015). Agua, pobreza y equidad: un análisis asimétrico. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 15(28), 90-99.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Censo general a nivel nacional*. Bogotá: autor.
- Defensoría del Pueblo (2009). *Diagnóstico del cumplimiento del derecho humano al agua en Colombia*. Bogotá: DESC.
- Defensoría del Pueblo (2010). *Diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano*. Bogotá: autor.
- Ekelund, R. (1968). Jules dupuit and the early theory of marginal cost pricing. *Journal of Political Economy*, 76(3), 462-471.
- Ekelund, R. y Hébert, R. (1995). *Historia de la teoría económica y su método*. México: McGraw-Hill.
- Friedmann, J. y Weaver, C. (1980). *Territorio y función*. Los Ángeles: Universidad de California.
- Grass, J., Cervantes, F. y Palacios, M. (2012). El enfoque de sistemas agroalimentarios localizados. *Reporte de Investigación*, 92, 9-54.
- Hayek, F. (1997). *Precios y producción, una explicación de la crisis de las economías capitalistas*. Madrid: Aosta.

- Klasen, S., Lechtenfeld, T., Meier, K. y Riekmann, J. (2011). *Water supply and sanitation in provincial towns in Yemen*. Göttingen: Universität Georg-August.
- Malthus, T. R. (2000). *Primer ensayo sobre la población*. Madrid: Alianza.
- Marshall, A. (2006). *Principios de economía*. Madrid: Síntesis.
- Montoya, A. (2011). *Agua y pobreza rural en Colombia: algunas experiencias relevantes*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.
- Neumann, J. y Morgenstern, O. (2007). *Theory of games and economic behavior*. Londres: Princeton University Press.
- Neyra, F. y Senesi, S. (2009). Programa de Agronegocios y Alimentos (PAA). *Revista Mexicana de Agronegocios*, XIII(24), 728-732.
- Ostrom, E. (2009). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, M., Smits, S., Benavidez, A. y Vargas, S. (2004). *Multiple use of water, livelihoods and poverty in colombia: a case study from the ambichinte microcatchment*. Holanda: International Water and Sanitation Centre (IRC).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Colombia rural: razones para la esperanza. Informe nacional de desarrollo humano 2011*. Bogotá: INDH, PNUD.
- Sánchez-Triana, E., Ahmed, K. y Awe, Y. (2007). *Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia*. Bogotá: Banco Mundial.
- Schumpeter, J. (1982). *Historia del análisis económico*. Barcelona: Ariel.
- Schumpeter, J. (2010). *¿Puede sobrevivir el capitalismo?* Madrid: Lormo.
- Sen, A. (2009). *Desarrollo y libertad*. Bogotá: Planeta.
- Smith, A. (2011). *La riqueza de las naciones*. Madrid: Alianza.
- Walras, L. (1987). *Elementos de economía política pura*. Madrid: Alianza.

El mercado agroalimentario en el contexto de las agrociencias y sus efectos en la malnutrición

Carlos Arturo Meza Carvajalino*

El análisis del mercado agroalimentario en Colombia exige discusiones y controversias entre el supuesto teórico de la corriente principal de la economía (ortodoxia) y el enfoque desde la demanda efectiva (heterodoxia). Este artículo toma en consideración las orientaciones desde la línea de epidemiología y salud pública, donde se asume que:

[... las] agrociencias se distinguen de las ciencias agropecuarias en la medida en que sustentadas en diferentes áreas de las ciencias biológicas y sociales, mediante investigaciones multidisciplinares, se dan respuestas desde el agro a problemas complejos, trascendiendo la visión disciplinar o particionada del entendimiento de la producción o la enfermedad desde el enfoque del producto o *commodity*. (Villamil y Romero, 2014, p. 1)

Este alejamiento permite entender la cadena agroalimentaria como parte de un sistema (producción, transformación, distribución y consumo), donde el consumo toma relevancia porque, como elemento final de la cadena, recoge todos los efectos que se pueden materializar en problemas de salud pública.

Entender el problema de la malnutrición como un fenómeno de salud pública, que se origina en la cadena agroalimentaria (producción, transformación, distribución y consumo de alimentos), es comprender que desde la interdisciplinariedad de las ciencias del agro, las ciencias biológicas y las ciencias económicas son consecuentes y coherentes a la hora de abordar

* Economista, MSc en Ciencias Económicas, MSc en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, estudiante del Doctorado en Agrociencias Universidad de La Salle. Correo electrónico: cmeza@unisalle.edu.co

este problema mundial. En este sentido, el acercamiento de estas ciencias, agrociencias, permite encontrar caminos comunes y de manera sistémica a la comprensión de cadena agroalimentaria. Desde la ciencia económica, Samuelson y Nordhaus (2005) señalan que los tres problemas de la organización económica que todas las sociedades humanas deben enfrentar y resolver, como fundamentales, son la producción, la distribución y el consumo, para con ello poder determinar qué bienes se producen, cómo se producen y para quiénes se producen.

Como una concepción desde la demanda, Smith señaló que “el consumo es la finalidad exclusiva de la producción, y únicamente se deberá fomentar el interés de los productores cuando ello coadyuve a promover el del consumidor” (2006, p. 588). Por su parte, Baran y Sweezy (1966), al referirse a los científicos sociales, se preguntaron:

¿Cómo podemos considerar la paradoja de que los científicos sociales más y mejor preparados fracasan aún más deslumbradoramente al explicar la realidad social? La respuesta fue quien paga son los que prefieren. Esto en otras palabras, en una sociedad capitalista una demanda efectiva siempre producirá su propia oferta. (p. 1)

Supuesto que será el basamento de este artículo, en discrepancia con la Ley de Say (1803), cuyo fundamento teórico se centra en que cada oferta genera su propia demanda. Este documento consta de tres secciones y un apartado de conclusiones, primero la introducción; la segunda sección desarrolla el mercado agroalimentario en Colombia bajo un esquema del triángulo de la producción, distribución y consumo de alimentos; en la tercera sección se discuten los resultados de los fallos de mercado conducentes al problema de la malnutrición y, finalmente, las conclusiones.

Desarrollo

Asumir de manera general, como lo afirma Pindyck y Rubinfeld (2001), que la “mayoría de los mercados agrícolas son casi perfectamente competitivos [...] es de suponer que estos cumplen con el supuesto de la competencia perfecta”, donde “se tienen numerosos compradores y vendedores, por lo que ninguno de ellos influye significativamente en el precio” (pp. 8-9).

Desde el enfoque de la producción de bienes agrícolas, Rosales, Apaza y Bonilla (2004) realizan un documento cuyo objetivo fue “mostrar un marco teórico y operativo de la economía de la producción de los bienes agrícolas” (p. 6). Este lo desarrollan bajo los principios orientadores microeconómicos relacionados con la producción y los costos de los bienes agrícolas. Desde esta aproximación, los autores consideran que

[...] la economía agrícola desarrolla actividades de regulación que tienen en cuenta las características de cada sector, como por ejemplo la evolución de la mano de obra, la incidencia del capital en la productividad, y las técnicas aplicadas en el proceso y en el desarrollo tecnológico. (2004, p. 6)

Esta corriente principal de la economía también considera los mercados imperfectos. Sobre este tipo de mercados agrícola se han realizado estudios, relacionados con las imperfecciones del mercado alimentario. Estos dan cuenta de las relaciones de poder entre los oligopsonios y los monopsonios.

En su revisión, Herrera (2009) toma en consideración los estudios de Morgenstern (1948), Thornton (2004), Lowry y Winfrey (1974), Link y Landon (1975), Just y Chern (1980), Durham y Sexton (1992), Muth y Wohlgenant (1999), entre otros. En estos muestra la existencia de mercados de bienes finales con imperfecciones de mercado, en los cuales se aluden casos de monopolio y oligopolio desde diferentes perspectivas (jurídica, industria, salarios).

Entre los estudios más cercanos a este artículo, se encuentran los de Just y Chern (1980), de acuerdo con la revisión de Herrera, estos autores realizan un estudio sobre la industria procesadora de tomate en California en los años sesenta, y señala que ellos determinan el poder, la firma en la fijación de precios.

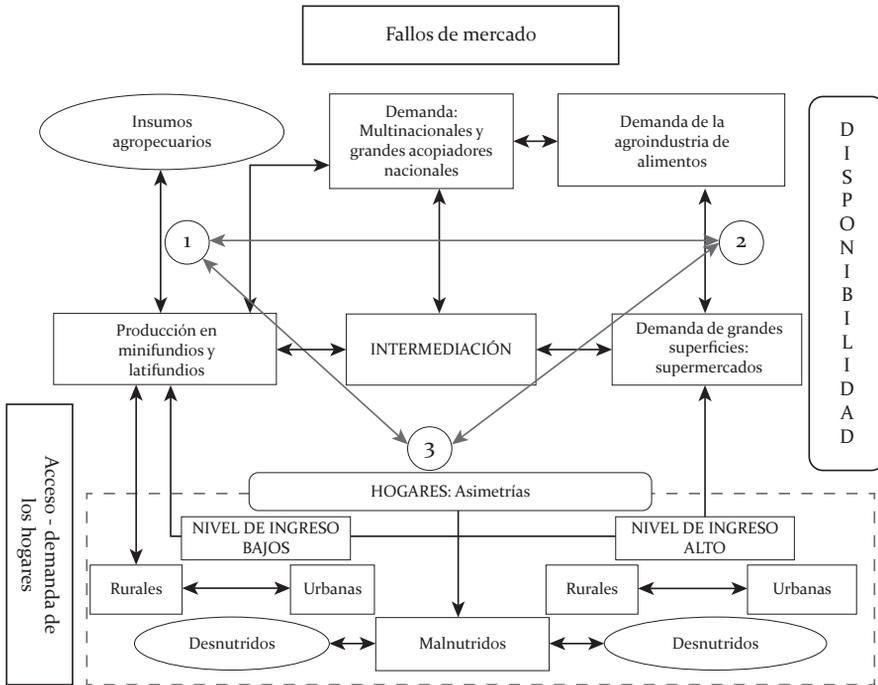
El estudio de estos estudios, según Hernandez, el de Durham y Sexton (1992), se analiza el poder de la firma procesadora de tomate en California, en 1989, en el que muestra que el poder de mercado es limitado, a diferencia de los hallazgos de Just y Chern. En cuanto al estudio de Muth y Wohlgenant (1999), en el que desarrollaron un modelo para medir el grado oligopsónico de la industria de empaquetamiento de carne; Hernández señala que los autores no encuentran evidencia estadística de la presencia del poder de

oligopsonio, esto de acuerdo con información que tomaron los autores de *USDA's Meat Year Book* y *Livestock and Meat Statistic*.

Fallos del mercado agroalimentario en Colombia

Sobre fallos de mercado en el mercado agroalimentario en Colombia y su impacto en los consumidores finales. La figura 1 permitirá explicar los mecanismos de mercados en cada una de las etapas de la cadena de producción hasta el consumidor final.

Figura 1. Mercado y cadena agroalimentaria y sus fallos de mercado



Fuente: elaboración propia.

El primer escenario (etapas 1 a 2 de la figura 1) se presenta entre oligopsonistas y monopsonistas. En este mercado, el bien que ofrecen los

productores se presenta bajo la figura de un mercado oligopsonistas, es decir, pocos vendedores de productos agroalimentarios que en su gran mayoría son bienes perecederos; quienes se ven enfrentados a pocos compradores o monopsonistas (grandes superficies, y grandes centros de acopios) lo que hace que en la puja por el precio, los monopsonista terminan determinando el precio.

En esta interrelación, la producción agroalimentaria en Colombia, dada sus características, se realiza generalmente en minifundios o latifundios (oligopsonistas), mientras que los compradores (monopsonistas) son conformados por las multinacionales y grandes acopiadores nacionales.

Por tratarse de un mercado de bienes perecederos, debe comercializarse en el tiempo de maduración de la cosecha o de los animales, de lo contrario el productor tendría que asumir el costo unitario por retener los productos, de ahí que corren el riesgo de la pérdida total de la producción y, por ende, los oligopsonistas asumirían el costo total. Ante esto, Pindyck y Rubinfeld (2001) se refieren al precio y su consecuente pérdida por el vendedor y señalan:

[...] el poder del monopsonio hace que los precios sean más bajos [...] es de esperar que mejore el bienestar del comprador y empeore el de los vendedores, en cuanto a la pérdida de los oferentes esta es una pérdida irrecuperable de eficiencia provocada por el poder demonopsonio [...], y esta pérdida irrecuperable de eficiencia es el coste social de esta ineficiencia. (p. 367)

Por tanto, esa pérdida es irrecuperable en los minifundios y los latifundios donde se realiza la producción agroalimentaria. Entre la etapa 2 a 3 de la figura 1 hay dos situaciones, la primera cuando los productos van directamente al mercado sin agregados (plazas de mercado, centros de acopios y grandes superficies) y la segunda cuando los agroalimentos son procesados (agroindustrias alimentarias) y son trasladados a las grandes superficies para ser parte de la disponibilidad u oferta agroalimentaria.

La interrelación de la oferta y la demanda de alimentos, por parte de los hogares, se presenta bajo la figura de un mercado oligopólico, es decir, existen pocos vendedores (grandes superficies, supermercados), y muchos compradores (los hogares) quienes son precio aceptantes. Estos mercados presentan imperfecciones mercado como los señalados por Stiglitz (2000), “como mercados incompletos con información imperfecta” (pp. 92-107).

Los hogares como consumidores finales de la cadena (etapa 3 de la figura 1) es de suponer por las asimetrías de información, se generen selecciones adversas en la conducta del consumidor, distorsionando sus preferencias, la recta presupuestaria y la elección de los alimentos, generando de esta manera problemas en el acceso físico a los alimentos. Este acceso debería cumplir con los estándares de nutrientes en su composición química correspondiente a proteínas, carbohidratos y minerales entre otros nutrientes.

Consecuencias de los fallos de mercado

Al asumir la malnutrición como un fallo del mercado agroalimentario en Colombia, las consecuencias se verán reflejadas en el número de malnutridos (subnutridos, desnutridos, sobrepeso y obesidad). La estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) muestran que la prevalencia de subnutridos en Colombia en el periodo 1990-1992, se registró el 21,6% y para el periodo 2012-2014 fue de 11,4%, mostrando un avance en su disminución de 10,2 puntos porcentuales entre 1990-1992 y 2012-2014. Sin embargo, al comparar en términos relativos a Colombia frente a LAC, en el periodo 1990-1992 existían 7,3 millones de subnutridos correspondientes al 10,7% del total de LAC, y para el periodo 2012-2014 se disminuyen a 5,5 millones pero su proporción frente a los de LAC corresponden a 14,9%.

En cuanto al sobrepeso y la obesidad, el estudio de Marie, Fleming, Robinson, Thomson, y Graetz (2014) muestra que en Colombia, frente a Latino América, las mujeres menores y mayores de 20 años superan en sobrepeso al promedio de la subregión, mientras que los hombres están por debajo del promedio de sobrepeso de LAC.

Conclusiones

El poder del monopsonio sobre los oligopsonios hace que mejore el bienestar del comprador y empeore el de los vendedores minifundistas. La pérdida de los oferentes es irrecuperable, generando coste social de esta ineficiencia, en los minifundistas, dado por el poder del monopsonio.

El mercado del alimento genera fallos de mercados que se reflejan en la malnutrición en Colombia, manifestada en población subnutrida, desnutrida con sobrepeso y obesidad, y son causantes de problemas de salud pública.

Referencias

- Baran, P. y Sweezy, P. (1966). *El capital monopolista* (11.ª ed.). México: Siglo XXI.
- Durham, C. y Sexton, R. (1992). Oligopsony potential in agriculture: Residual supply estimation in California's processing tomato market. *American Journal of Agricultural Economics*, 74(4), 962-972.
- Herrera, J. (2009). *Una breve aproximación teórica a modelos de monopsonio y oligopsonio*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana-Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- Just, R. y Chern, W. (1980). Technology and oligopsony. *The Bell Journal of Economics*, 11(2), 584-602.
- Link, C. y Landon, J. (1975). Monopsony and union power in the market for nurses. *Southern Economic Journal*, 41(4), 649-659.
- Lowry, T. y Winfrey, J. (1974). The kinked cost curve and the dual resource base under oligopsony in the pulp and paper industry. *Land Economics*, 50(2), 185-192.
- Marie, N., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B. y Graetz, N. (2014). Global, regional and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 377, 557-567.
- Morgenstern, O. (1948). Oligopoly, monopolistic competition and the theory of games. *The American Economic Review*, 38(2), 10-18.
- Muth, M., y Wohlgenant, M. (1999). Measuring the degree of oligopsony power in the beef packing industry in the absence of marketing input quantity data. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 24(2), 299-312.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.fao.org/americas/recursos/panorama/2014/es/>
- Pindyck, R. y Rubinfeld, D. (2001). *Microeconomía* (5.ª ed.). Madrid: Prentice Hall.
- Rosales, R., Apaza, E. y Bonilla, A. (2004). *Economía de la producción de bienes agrícolas teoría y aplicaciones*. Documento CEDE 2004-34. Bogotá: Universidad de los Andes.

- Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2005). *Economía* (18.^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Say J., B. (1803). *A Treatise on Political Economomic*. s. d.
- Smith, A. (2006). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (15.^a reimpresión). México: Fondo de Cultura Económica.
- Stiglitz, J. E. (2000). *La economía del sector público* (3.^a ed). Madrid: Antoni Bosch.
- Thornton, R. (2004). Retrospectives: How Joan Robinson and B. L. Hallward. *The Journal of Economics Perspectives*, 18(2), 257-261.
- Villamil, L. y Romero, J. (2014). *Línea de medicina de poblaciones y salud pública*. Grupo de Epidemiología y Salud Pública. s. l.: Mimeógrafo.

Derechos de propiedad sobre la tierra y desarrollo rural en Colombia

*Wilson Vergara Vergara**

La tierra es un factor muy importante para garantizar los ingresos y la seguridad alimentaria a los pobres que viven principalmente en zonas rurales donde la agricultura es la mayor fuente de empleo. La tenencia de la tierra se relaciona directamente con la sostenibilidad ambiental, los conflictos sociales y la seguridad alimentaria.

La tierra de uso agrícola tiene una función social que rebasa a la de otros activos productivos, sobre todo en los países en vía de desarrollo donde la agricultura tiene un gran peso en la economía. En consecuencia, la propiedad sobre la tierra no puede tener derechos absolutos sino más bien limitados, ya que el beneficio social supera al beneficio privado.

Los derechos de propiedad son una institución que permite coordinar las expectativas de los individuos con el fin de impedir conflictos costosos, incertidumbre, desincentivos a la inversión e innovación. Los derechos de propiedad son las instituciones más relevantes en relación con la asignación y uso de los recursos disponibles.

La debilidad en la definición de los derechos de propiedad sobre la tierra ha limitado el desarrollo de los mercados de tierras y dificultado su acceso y uso eficiente en Colombia. Asimismo esta debilidad ha derivado en una estructura agraria caracterizada por la excesiva concentración de la tierra.

La concentración excesiva de la tierra se encuentra en la raíz del denominado problema agrario colombiano. Además de los efectos directos de la concentración de la tierra sobre el crecimiento económico general, sus impactos sobre la dimensión rural son mayores ya que allí se generan múltiples externalidades que impiden el funcionamiento del libre mercado.

* Zootecnista, MSc. Estudiante del Doctorado en Agrociencias y docente Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: wivergara@unisalle.edu.co

La importancia de estas externalidades es mayúscula, ya que el agua, la captura de carbono, la biodiversidad y el alimento son considerados bienes públicos de carácter imprescindible generados por el mundo rural.

Las rentas monopólicas de la tierra elevan su precio constituyéndolo en un activo muy atractivo, por lo que los agentes económicos las prefieren sobre los demás activos productivos. Este incentivo, hacia la búsqueda de rentas especulativas, es una falla institucional que genera bajo crecimiento de la economía, pobreza y, en general, se constituye en un obstáculo al desarrollo.

La pobreza rural es la expresión más visible del problema agrario colombiano. Como consecuencia de los incentivos a la concentración especulativa de la tierra, el 80% de los propietarios son pequeños productores donde se aloja la mayor parte de la pobreza rural. No obstante, los pequeños productores son más productivos que los medianos y los grandes, la escasez de tierra, de bienes públicos y de acceso a los mercados determina su pobreza.

En esencia, la cuestión rural en Colombia radica en deficiencias institucionales, caracterizadas por una estructura de derechos de propiedad precarios, principalmente sobre la tierra, y la presencia de mercados agrarios con múltiples fallas que elevan los costos de transacción. Este artículo presenta un análisis institucional de los derechos de propiedad de la tierra que permita una nueva comprensión de la concentración de la tierra y su impacto en el desarrollo rural en Colombia

Derechos de propiedad de la tierra

Los derechos de propiedad de la tierra son una institución que ha evolucionado a la par con el desarrollo de la sociedad. En un principio, cuando las tierras eran abundantes, y la población escasa, no se requerían derechos de propiedad sobre la tierra. Pero al aumentar la densidad demográfica, las demandas por derechos de propiedad se incrementaban, lo que derivó en las sociedades más desarrolladas en instituciones que proveían dichos derechos de propiedad, con los cuales se disminuían conflictos costosos y se aceleraba el crecimiento económico.

Cuando la tierra era abundante se practicaba una agricultura de rotación de áreas para dar descanso a los lotes utilizados y permitir que recuperaran su fertilidad. No obstante, cuando la tierra empezó a ser escasa y las demandas de alimento crecían, la rotación y el periodo de descanso dejaron de ser una

opción factible. Había que recuperar el suelo rápidamente y esto demandaba inversiones en abonos, plantación de árboles, y riego entre otras. Pero estas inversiones requerían la seguridad de que los beneficios fueran capturados totalmente por quienes emprendían dichas inversiones, y ello requería la garantía de unos derechos de propiedad bien establecidos (Powelson, 1988).

El proceso que condujo a la aparición de instituciones que proveían los derechos de propiedad sobre la tierra se dio en unas pocas sociedades, que hoy son las más democráticas y desarrolladas. Sin embargo, en la mayor parte de los territorios, las sociedades recibieron intervenciones y procesos de colonización que condujeron a estructuras de derechos de propiedad poco democráticos.

En particular, con pocas excepciones, la agricultura presenta rendimientos decrecientes de escala, por lo que los pequeños productores suelen tener mayor productividad que los grandes y pueden sobrevivir de manera independiente. El establecimiento de haciendas y de plantaciones, entonces, no podría contar con la mano de obra de la agricultura familiar, a menos que se restringiera su acceso a la tierra. Por ello, las intervenciones coloniales dejaron un legado de unos derechos de propiedad sobre la tierra caracterizados por la alta concentración, pues el objetivo no era otro que el de capturar la mano de obra familiar para las haciendas de la colonia (Deininger, 2004). La presencia de los latifundios es una demostración de esta intención, ya que ocupan un área muy superior a la que económicamente se puede explotar.

Como se ha demostrado, la forma en que se definan los derechos de propiedad tendrá una influencia no solamente en los retornos de las inversiones y la dirección y magnitud del cambio técnico, sino también la forma en que se van a distribuir las ganancias derivadas de incrementos de la productividad de la tierra. En consecuencia, en las sociedades más desiguales en el acceso a la tierra es difícil impedir que los incrementos del valor de la tierra y todos los beneficios como consecuencia del progreso económico sean capturados por aquellos que poseen más tierra. Adicionalmente, la evidencia empírica ha subrayado la relación inversa y duradera entre la desigualdad en el acceso a la tierra y el crecimiento económico.

Como prueba de los efectos negativos de los arreglos de la tenencia de tierra y el desarrollo en el largo plazo se pueden citar dos ejemplos históricos. El primero ha sido ampliamente referenciado por la literatura y es el caso de Europa occidental y oriental, como consecuencia de la reducción de la población a causa de las epidemias. La parte occidental condujo a la democratización

de los derechos de propiedad y a la disminución de las relaciones serviles, contrario a lo sucedido en la parte oriental donde las relaciones serviles se incrementaron. Las consecuencias de este proceso fueron determinantes en el tipo de instituciones y en las sendas de desarrollo que siguieron los países en cada región de Europa.

La imposición externa de dos clases diferentes de impuestos por parte de los británicos en la India colonial constituye otro experimento histórico:

Bajo el sistema latifundista zamindari, los recaudadores de impuestos (zamindars) recibían derechos totales a la tierra, sujetos a la entrega de un monto fijo de ingresos al poder colonial. En contraste, el sistema de cultivador-propietario (mahalwari) confería derechos de tierras a organismos de los pueblos, esencialmente estableciendo la propiedad individual de la tierra por parte de los productores. (Deininger, 2004, p. 22)

Las diferencias en la productividad agrícola y en los niveles de desarrollo a favor de las clases propietarias entre estas dos regiones aún hoy persisten. En vista de los efectos de largo plazo de las intervenciones coloniales sobre la estructura de tenencia de tierra estos países intentaron reformas al sistema de propiedad. Estas reformas implicaban transferencia de recursos de las élites a los pobres, por ende, los casos exitosos fueron la excepción antes que la norma. Pero cuando se lograron romper los latifundios, los incrementos en la productividad agrícola y el crecimiento económico fueron acelerados. Las evidencias empíricas muestran que la reforma de latifundios condujo a considerable inversión, a la adopción de nueva tecnología y a incrementos de la productividad (Deininger, 2004).

Los derechos de propiedad son una construcción social. Son convenciones sociales respaldadas por el Estado mediante las cuales los individuos o comunidades pueden “reclamar un beneficio o corriente de ingresos que el Estado acordará proteger mediante la asignación de deberes a otros que puedan codiciar o interferir de alguna manera con la corriente de beneficios” (Sjaastad, 2000, p. 367). Cuando los derechos de propiedad sobre la tierra no están bien definidos pueden causar costosos conflictos y una reducción de la inversión productiva. En vista de los enormes beneficios sociales y económicos de los derechos de propiedad frente a los costos, históricamente,

las sociedades más avanzadas han creado sistemas estatales para regular la propiedad y la transferencia de la tierra.

Los derechos de propiedad sobre la tierra incrementan la productividad agrícola porque, en primer lugar, aumenta la seguridad contra el desalojo evitando costos para conservar los activos y aumentan la inversión productiva; en segundo lugar porque mejora la capacidad de transferir tierras asegurando el retorno sobre las inversiones, y en tercer lugar se puede incrementar ostensiblemente el acceso al crédito.

Instituciones y desarrollo rural

Pese a las evidencias sobre importancia de las instituciones en el desarrollo rural, en Colombia este hecho no se ha reflejado en una preocupación sobre dotar al sector agropecuario y rural de una institucionalidad confiable para los actores sociales, y con capacidad suficiente para atender su compleja problemática (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2011). La importancia de las instituciones para el desarrollo ha sido bien establecida. Las instituciones se definen como las reglas de juego y las restricciones que se imponen los individuos y la sociedad en su acción (North, 1990). Las instituciones son las reglas que imperan en una sociedad o las que facilitan la coordinación entre los individuos, proporcionándoles un marco razonable en sus tratos con los demás.

La evidencia empírica es concluyente en demostrar que los países con mejores instituciones tienen un nivel de desarrollo más alto. Acemoglu y Robinson (2001) han recopilado numerosas evidencias que demuestran cómo se originaron las instituciones que dieron origen a países exitosos, o que actualmente han fracasado. La colonización española en América Latina tenía como propósito la expoliación de la riqueza en recursos, principalmente de metales preciosos. Para ello creó instituciones que favorecieron este objetivo y que ordenaron la mano de obra indígena y esclava; principalmente la encomienda, la mita y los resguardos. Estas instituciones dieron origen a los latifundios como formas feudales de apropiación del territorio que aun hoy persisten en el país. Los latifundios se han inventado y reinventado en las distintas épocas del país, pero siempre han respondido por una estructura muy desigual de la propiedad agraria.

El concepto de *institución* hace referencia a los diferentes tipos de organizaciones, mercados, contratos, mercados, normas culturales y reglas formales o informales que definen los derechos de acceso a los bienes y servicios, a la gestión de un territorio o al acceso a sus recursos naturales. Según Hodgson (2006), las instituciones son sistemas durables de reglas, normas o convenciones establecidas o “empotradas” que interactúan con la estructura social. El lenguaje, el dinero, las leyes, los sistemas de pesos y medidas, las costumbres, las empresas y otras organizaciones, son todas instituciones.

North (1990) señala que las diferencias en el nivel de desarrollo de las economías depende de la evolución de las instituciones. Para este autor las instituciones estructuran las interacciones políticas, económicas y sociales, y pueden ser informales (sanciones, tabúes, costumbres, tradiciones y códigos de conducta, etc.) o formales (constituciones, leyes, derechos de propiedad). Las instituciones son fundamentales para promover el orden, reducir la incertidumbre y determinar el costo de las transacciones y de la producción, e incluso la posibilidad de lucrar de la actividad económica.

Para Piñeiro (2009) el desarrollo institucional es una parte fundamental del desarrollo rural, y en los asuntos cuya resolución excede a los mecanismos de mercado, la creación de nuevas redes de colaboración, la explotación de complementariedades y el estímulo a la participación y la iniciativa social. La función reguladora del Estado se valoriza frente a la complejidad de factores que afectan el desempeño agropecuario, la tendencia a una considerable concentración económica en los mercados y la necesidad de atender las externalidades negativas de la agroindustria y la minería con respecto al medio ambiente y el uso de suelo y el agua, y el cambio climático. Para eso se requiere un Estado con una alta legitimidad política, que sea visto desde la sociedad civil “como un árbitro inteligente e imparcial comprometido en articular y congeniar los intereses contrapuestos del conjunto de los actores sociales que integran la sociedad” (PNUD, 2011, p. 306).

En efecto, una cuestión fundamental para la agricultura se relaciona con las intervenciones adicionales que se requieren para complementar los esfuerzos en materia de eliminación de las distorsiones de precios. Habría que advertir, por otro lado, que si bien es creciente el consenso sobre la necesidad de que los gobiernos suministren bienes públicos a la agricultura, la modalidad de tal suministro, la organización institucional y en particular los papeles relativos de los sectores público y privado, pueden desempeñar

distintos para los distintos tipos de bienes públicos; en muchos casos, por ejemplo, la investigación apoyada por el sector privado puede ser un componente necesario de las intervenciones de políticas independientes de los precios (Bejarano, 1998).

Elementos institucionales de la tenencia de la tierra

La tierra es el factor productivo más importante en la producción agropecuaria después de la mano de obra. Sin derechos de acceso a la tierra claramente definidos se debilitan los incentivos a invertir a largo plazo con el fin de aumentar la productividad. La tenencia de tierra es fundamental en la definición de las relaciones económicas y contractuales, formas de cooperación y relaciones sociales. A este respecto, García (1970) consideraba la estructura de tenencia de tierra como el factor que más impedía la plena liberalización de las fuerzas sociales internas, la integración nacional, la industrialización acelerada y la ampliación de las bases sociales que sustentan los Estados democráticos en América Latina.

La tenencia de la tierra se relaciona directamente con la sostenibilidad ambiental, los conflictos sociales y la seguridad alimentaria (Munro-Faure, Groppo, Adriana y Palmer, 2002). El derecho a la propiedad de la tierra es uno de los factores más importantes para que las personas extiendan sus activos más allá de la tierra y la mano de obra garantizando la sostenibilidad económica, ambiental y social (Norton, 2004). No obstante, los derechos de propiedad no son solo una fuente de producción económica sino la base de relaciones sociales y valores culturales, además de un factor de prestigio y de poder.

Por ello, la privación del acceso a la tierra de un gran segmento de la población se constituye en la causa principal de la pobreza extrema, la dependencia, la inestabilidad social, incluido el conflicto armado, la migración rural, el abandono de tierras y muchas más consecuencias negativas. En este sentido, los países que han emprendido reformas institucionales tendientes a garantizar el acceso a la tierra y los derechos plenos de la población rural se han desarrollado rápidamente, generando mayores niveles de seguridad alimentaria, salud, y calidad ambiental.

Los derechos de propiedad son las instituciones más relevantes en relación con la asignación y uso de los recursos disponibles. El sistema de

derechos de propiedad es un importante mecanismo de coordinación económica entre agentes y por ello su definición y especificación son cruciales para el intercambio. Un sistema de derechos de propiedad impuesto por la sociedad, y vigilado por el Estado, contribuye a resolver conflictos de interés que normalmente se entablan entre los agentes (Phelps, 1986).

La institución de los derechos de propiedad sirve para coordinar las expectativas de los individuos con el fin de impedir conflictos costosos, incertidumbre, desincentivos a la inversión y la innovación. Los cambios en los derechos de propiedad desempeñan un papel estratégico en el intercambio porque pueden cambiar la función de la economía, es decir, pueden dirigir la economía hacia el crecimiento o hacia el estancamiento. Asimismo pueden redefinir la distribución de la riqueza y el poder político entre los individuos o modificar la posición relativa de las estructuras de poder de la administración pública.

La estructura de tenencia de tierra en los países en desarrollo es un ejemplo clásico de instituciones ineficientes, que debido a su persistencia resultan en conflictos de distribución de difícil solución como producto de la evolución histórica de los derechos de propiedad sobre la tierra (Bardhan, 1989). La eficiencia económica requiere la seguridad de la tenencia de la tierra, lo que implica que, en primer lugar, la sociedad reconozca los derechos individuales sobre la tierra y en segundo lugar que existen mecanismos legales u otras formas para defender esos derechos.

Si la tierra tiene propietario, de tal manera que los derechos a pastar en ella y a cultivarla también los tienen, el usuario de dicho terreno tendrá que comprar o alquilar estos derechos para evitar la sanción que conllevaría la violación de los derechos de propiedad de otros. El requisito previo de obtener estos derechos garantiza que el ganadero y el agricultor no planeen utilizar ambos la misma parcela (Phelps, 1986). Este ejemplo ilustra la necesidad de que exista algún sistema de derechos de propiedad que evite los eventuales conflictos entre ganaderos y agricultores, debido a que cada uno de ellos buscaría retener los derechos de explotación de la tierra. Si el conflicto llegara a ocurrir se afectarían intereses de terceros, ya que si dejaran de producir, la sociedad en su conjunto se vería afectada.

Si los derechos de propiedad no existieran y si no hubiese un poder que coercitivamente los impusiera, los agentes vivirían en la incertidumbre. Por el contrario con derechos de propiedad bien especificados y garantizado su cumplimiento, los agentes tendrán motivaciones para adoptar estrategias más riesgosas y emprendedoras. Por ejemplo, los agricultores tendrían

incentivos para invertir en mejorar sus tierras, y los ganaderos para realizar un uso sostenible de sus pastizales (FAO, 1995). La cooperación y la especialización económicas pueden ocurrir si los derechos de propiedad son intercambiables, lo cual desincentivaría el comportamiento autárquico o no cooperativo de los agentes.

La tenencia de tierra es una institución, es decir, un conjunto de normas inventadas por las sociedades para regular el comportamiento. Las reglas definen de qué manera pueden asignarse dentro de las sociedades los derechos de propiedad de la tierra y cómo se otorga el acceso a los derechos de utilizar, controlar y transferir la tierra, así como las limitaciones y responsabilidades. La tenencia de tierra es la relación, definida en forma jurídica o consuetudinaria entre personas, en cuanto a individuos o grupos, con respecto a la tierra. La tenencia de la tierra es de carácter multidimensional, ya que involucra aspectos sociales, técnicos, económicos, institucionales, jurídicos y políticos (Munro-Faure, Groppo, Adriana y Palmer, 2002).

El derecho que una persona tiene sobre un objeto como la tierra puede considerarse como una forma de propiedad. En la práctica pueden existir numerosos derechos ostentados por diferentes personas o grupos, dando lugar a un espectro amplio de derechos. Se pueden incluir el derecho a usar la tierra, a transferirla o a atravesarla. Los derechos de propiedad, en términos generales se pueden clasificar en derechos formales o informales. Los derechos formales son los reconocidos expresamente por el Estado y pueden ser protegidos expresamente por medios legales y los derechos informales carecen de protección formal, generalmente debido a problemas en el sistema legislativo.

Los derechos sobre la propiedad de la tierra incluyen la asignación de derechos inmobiliarios; delimitación de los límites de las parcelas sobre las que se reconocen determinados derechos; transferencia de una parte a otra mediante venta, arrendamiento, préstamo, donación o herencia; adjudicación de casos dudosos y conflictos referentes a los derechos y límites de las parcelas (Munro-Faure, Groppo, Adriana y Palmer, 2002).

En general, los derechos de propiedad no son absolutos como sí sucede con otros bienes. La propiedad sobre la tierra puede ser considerada como un paquete de derechos, más que el control absoluto. Casi siempre los derechos de propiedad contienen restricciones. No siempre es el Estado quien impone esas restricciones, en ocasiones estas provienen de otras entidades de la sociedad como la familia o la comunidad (Larson y Brownley, 1990).

El derecho de propiedad sobre la tierra es uno de los recursos más poderosos para que las personas incrementen o extiendan sus activos más allá de la tierra y la mano de obra, alcanzando así el conjunto necesario para una vida sostenible, es decir, recursos naturales, capital social, humano y financiero, así como activos fijos (Norton, 2004). La adecuada definición de los derechos de propiedad constituye una base imprescindible para el desarrollo de los mercados de tierras y para mejorar el acceso y la eficiencia de uso de la tierra.

La eficacia institucional es esencial para alcanzar la eficiencia en la asignación del recurso, mediante mercados de tierras u otros mecanismos. Para lograr esa eficacia se requiere un marco legal y regulador apropiado, así como capacidad institucional para aplicarlo. La capacidad institucional es vital para poder aplicar imparcialmente las normas del acceso a la tierra, a las familias de todos los estratos de ingresos y grupos políticos.

No obstante, existe un rezago institucional para superar la alta incidencia de la informalidad de los derechos de propiedad. A ello se suma el despojo de tierras por grupos armados ilegales para consolidar el control ilegal del territorio, y las compras por parte del narcotráfico para el lavado de activos ilegales (Balcazar, 2013). De acuerdo con los datos de catastro y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el 44 % de los predios rurales no tienen título registrado.

En el contexto actual del país, la informalidad de los derechos de propiedad es un factor que genera conflictos, facilita el despojo y dificulta los procesos de restitución de tierras a las víctimas del despojo. Estrictamente, el problema no es la gran propiedad, sino el marco de reglas e incentivos que definen la preferencia, entre los propietarios, por una conducta rentista sobre una productiva.

La tenencia de la tierra y el problema agrario

La concentración de la tierra es un problema endémico en Colombia que heredamos desde la época de la independencia (Jaramillo, 2002). Este fenómeno ha marcado nuestro estilo de desarrollo definiendo distintas facetas de un problema agrario que se expresa en los órdenes social, político, económico e institucional (Machado, 2005). En Colombia el coeficiente Ginni que mide la concentración de la tierra es de 0,87 (Ibáñez, 2012), uno de los más altos del mundo. A su vez América Latina es la región más inequitativa en la

distribución de la tierra con un coeficiente de 0,81; en Europa el coeficiente es de 0,57 (Deininger, 2004). Según datos del *Atlas de distribución de la propiedad rural en Colombia*, de 2011, el 69,7% de los predios (los de menos de 5 ha) poseían apenas el 6% de la tierra, mientras que en el otro extremo, los predios con más de 200 ha representaban solo el 1% del total de predios pero concentraban el 43,1% de la tierra (Balcazar, 2013).

Dado que la oferta de tierra es fija y no tiene sustitutos, cualquier exceso de demanda aumentaría su precio sin que esto se traduzca en un aumento de la oferta de tierra. El aumento de la demanda frente a una oferta rígida explica gran parte de la valorización continua de la tierra. La demanda por la tierra crece principalmente por el crecimiento de la población, esta jalona su dinámica frente a una oferta monopolizada. Esto también se puede observar en las zonas urbanas, donde el crecimiento de la población presiona al alza la valorización de los predios mejor ubicados, los cuales, por corresponder a una oferta fija, adquieren precios prohibitivos para la mayor parte de la población. La propiedad rural también se valoriza con el desarrollo económico, que trae consigo el crecimiento de bienes públicos como carreteras, redes eléctricas, agua, telecomunicaciones entre otras.

En Colombia se ha establecido que existe una relación inversa entre el avalúo catastral y el tamaño de los predios. Para el 2005 los predios de menos de 1 ha están avaluados en más de ocho millones de pesos por hectárea, mientras en los predios mayores de 2000 ha sus avalúos son menores a \$50.000 por ha, sin que esto se relacione con su valor comercial (PNUD, 2011). Aquí radica gran parte del fuerte atractivo que implica la propiedad de la tierra, su avalúo catastral es muy bajo y por tanto tributa muy poco. La tierra es un escondite patrimonial que contribuye poco a la financiación del Estado, es una alcancía contra la inflación y es un activo poco riesgoso que tiene una alta tasa de valorización (Kalmanovitz y López, 2006). En estas condiciones el objetivo de la tenencia de tierra no es la producción sino la valorización especulativa.

John Maynard Keynes, en su libro *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, publicado en 1936, estudió este mismo fenómeno con la demanda de dinero para explicar la mayor crisis económica de la historia: “la Gran Depresión de 1930”. Según Keynes uno de los motivos más importantes para demandar dinero es el motivo especulativo, lo cual explica el incremento de las tasas de interés del dinero por encima de la rentabilidad de los demás

activos. Este hecho frenó la inversión y elevó el desempleo de los factores productivos durante la gran depresión (Echavarría Olózaga, 1995).

Keynes consideró que la tierra desempeñó el mismo papel que el dinero en otras épocas, frenando la inversión en activos productivos. Para Keynes cualquier activo que posea rentabilidad o tasa de interés positiva, y no sufra depreciación u obsolescencia, que además tenga buenas condiciones de liquidez, es decir, bajo riesgo, tendrá una alta preferencia del público y se convertirá en el referente del mercado. Estas condiciones se cumplen bien en el dinero y la tierra. La valorización de la tierra, el incremento de las tasas de interés así como la apreciación de la moneda son, de acuerdo con Keynes, el resultado de apuestas especulativas por estos activos. La consecuencia principal es que la preferencia por ellos por razones especulativas reduce la producción y aumenta el desempleo de factores productivos como sucedió durante la Gran Depresión.

Berry estudió el impacto de la concentración de la tierra en Colombia sobre la productividad agrícola encontrando una reducción de la producción del 28% (Bejarano, 1998). El producto interno bruto (PIB) total en Colombia ha tenido un comportamiento bastante mediocre en las últimas tres décadas, aun así el crecimiento de la agricultura ha estado muy por debajo del total de la economía. En la última década, por ejemplo, el PIB total creció a una tasa de 4,0 anual, mientras el PIB agropecuario solo creció al 2,8% anual (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

La concentración de la tierra crea un incentivo perverso para el desarrollo económico. Como la tierra es un activo de alta valorización que paga pocos impuestos, resulta ser muy atractivo para los inversionistas que deciden invertir en ella. De esta forma se sacrifican los recursos que podrían generar desarrollo, si se invirtieran en activos productivos que generen empleo y crecimiento económico. Por otro lado, la apropiación especulativa del suelo abre el camino a actividades poco rentables como la ganadería extensiva, que generan poco empleo y propician el lúgubre panorama de los grandes pastizales sin bosques ni biodiversidad.

Una evidencia de que la tierra no se utiliza como activo productivo sino especulativo es que su uso actual no responde a criterios de eficiencia económica. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, en el 2010 una hectárea en cultivos generó 12,5 veces más que una hectárea en ganadería (Restrepo, 2010); sin embargo, el país está destinando 40 millones de hectáreas a la ganadería cuando de acuerdo con su uso potencial solo deberían utilizarse

20 millones, mientras que se utilizan tan solo cinco millones de hectáreas en cultivos cuando existe un potencial de 14 millones.

Una explicación de porqué una actividad tan ineficiente en términos económicos y sociales como la ganadería extensiva logra tener la mayor participación del área con vocación agrícola surge de una estructura agraria caracterizada por el monopolio sobre la tierra (Vergara, 2010). El área dedicada a cultivos ha sido utilizada como un indicador de la concentración de la tierra, ya que en los países con mayor equidad en la distribución predomina el uso del suelo en cultivos sobre el uso en ganadería. En Colombia el 80% del área dedicada a cultivos se encuentra en los predios pequeños, en tanto que los predios grandes solo dedican 1,7% (Machado, 2001). La relación entre ganadería y área dedicada a cultivos en Colombia es de nueve a uno, lo que se relaciona con una estructura de tenencia altamente concentrada, caracterizada por el predominio de una gran proporción del área en predios grandes.

Los intentos de reforma de la estructura de tenencia de tierra fracasaron por que pretendieron redistribuir la tierra sin atacar las causas que llevaban a la concentración. La principal razón de la apropiación de la tierra por encima de su capacidad de explotación es que no se considera tanto como un activo productivo sino más bien un activo que goza de una excelente valorización sin que tenga que pagar tributos por ella.

La tenencia de tierra y la productividad de los pequeños productores

La concentración de la tierra en manos de pocos no solo excluye a los pobres de acceder a ingresos y seguridad alimentaria sino que atenta contra la productividad agrícola del país. Diversos estudios han evidenciado una relación inversa, observada en todos los países, en la cual a medida que aumenta el tamaño de los predios agrícolas disminuye su productividad, es decir, la producción por hectárea (Norton, 2004). La explicación de este comportamiento surge de los incentivos que se generan de acuerdo con el tamaño del predio. Dado que la tierra para los pequeños productores es un factor costoso en términos relativos y la mano de obra en cambio es barata, para ellos el principal incentivo es utilizar eficientemente la tierra y aumentar la producción por unidad de área. Lo contrario sucede en los predios grandes que buscan disminuir el uso de mano de obra, que es costosa en términos

relativos, y no tienen incentivos para utilizar la tierra eficientemente ya que su costo es bajo en términos relativos (Rasmus, 1998).

Muchos autores en distintos países han mostrado evidencias claras de que a mayor tamaño del predio, menor será su productividad. Además de diversos estudios econométricos, los datos de censos y encuestas agrícolas en varios países muestran productividades por hectárea marcadamente mayores en las pequeñas explotaciones que en las grandes. Berry y Cline (1979), demuestran que el producto por hectárea es 5,6 veces mayor en las pequeñas fincas que en las más grandes en el noreste de Brasil, 2,7 veces más grande en el Punjab de Pakistán, y 1,5 veces mayor en el sistema de riego de Muda en Malasia.

Los resultados recientes presentados en Colombia, por el estudio de Leibovich (2013), presentaron resultados en el mismo sentido. El valor del rendimiento por hectárea en el microfundio fue de \$9.832.739 contra \$245.460 de la gran propiedad. Es decir, el valor de la producción por hectárea es cuarenta veces mayor en el microfundio que en la gran propiedad. No obstante, el estudio concluye que por insuficiencia de tierra, la mayor parte de la pobreza rural en Colombia se aloja en la pequeña propiedad.

En Colombia, de las 2.021.895 explotaciones agrícolas, 1.584.892 pertenecen a explotaciones de agricultura familiar (AF), correspondiendo al 78,4% del total de explotaciones. De los 51 millones de hectáreas de uso agropecuario en Colombia, cerca de 7 millones corresponde a AF, para un promedio de 4,48 hectáreas por unidad productiva familiar. Algunos estudios señalan que la AF en Colombia produce entre el 50% y el 60% de los alimentos de la canasta básica y emplea al 57% de la población rural. De los 11 millones de colombianos que viven en las zonas rurales, 9 millones pertenecen a la AF, y el 80% son pobres.

La heterogeneidad de AF se deriva de las diferencias en la dotación de factores productivos, principalmente tierra y agua, y de bienes públicos como infraestructura y educación. Esto ha generado tipologías que van desde la agricultura de autoconsumo y subsistencia, hasta aquella agricultura que genera excedentes y se inserta perfectamente en los mercados. La tipología más usada define tres categorías: agricultura familiar de subsistencia, agricultura familiar en transición y agricultura familiar consolidada.

La agricultura familiar de subsistencia (AFS), en la que predomina el autoconsumo, el empleo extra parcelario agrícola y no agrícola, y una tendencia a la “descomposición y asalarización”, es la de mayor predominancia en

América Latina. Alrededor del 60% de las explotaciones en la región están en el segmento de AFS con una muy baja productividad, ya que solo producen el 20% del total de la producción de la AF. En Colombia la AFS corresponde al 79,4% del total de explotaciones en AF. Generalmente se localizan en suelos pobres de ladera, sin agua y sin acceso fácil a los mercados.

La agricultura familiar en transición (AFT) posee mayores recursos agropecuarios para el autoconsumo y la venta, aunque, si bien son suficientes para la reproducción de la unidad familiar no alcanzan para generar excedentes para una reproducción ampliada. A este segmento pertenece el 28% de las explotaciones y producen el 30% del total de la AF en América Latina. En Colombia la AFT corresponde al 12,9% del total de predios de AF.

En el otro extremo se encuentra la agricultura familiar consolidada (AFC), que dispone de un mayor potencial de recursos agropecuarios que le permiten generar excedentes para la capitalización de su vida productiva. En América Latina corresponden al 12% del total de predios de AF, los cuales responden por el 50% de la producción en AF. Llama la atención que en Colombia es tan solo el 7,7% del total de la AF.

Estas cifras evidencian que la agricultura familiar consolidada es muy productiva, incluso en comparación con la agricultura netamente capitalista de mediana y gran escala, que utiliza mano de obra preponderantemente asalariada. La razón fundamental subyace en una mayor disposición de factores productivos, bienes públicos y acceso a los mercados. La AF logra una mayor productividad pese a que sus dotaciones de tierra y capital son deficientes en comparación con la agricultura capitalista. La mano de obra familiar le otorga ventajas en la flexibilidad productiva que le ha permitido resistir y adaptarse al avance del capitalismo global.

La agricultura de subsistencia confronta dificultades aún mayores. La gran proporción de este segmento de AF es un fenómeno de exclusión que devela la ausencia del Estado y su olvido por el mundo rural. Las fallas en la estructura institucional ha favorecido la concentración de la tierra en Colombia, dejando a la gran mayoría de los productores familiares gravitando en la periferia, sin acceso a bienes públicos y desconectados de los mercados.

En el caso colombiano, la evidencia empírica mostrada por el reciente estudio de José Leivovich ha confirmado que cuando los pequeños productores poseen información especializada, transporte, créditos, derechos de propiedad, contratos de compraventa, riego y otros bienes públicos, su productividad se multiplica. En general este estudio demostró que los

pequeños productores logran ser más productivos que los grandes por unidad de área, pero sus tierras son insuficientes y, en consecuencia, en ellos se aloja la mayor parte de la pobreza rural colombiana.

Referencias

- Acemoglu, D. y Robinson, J. (2001). *Reversal of Fortune: Geography and institutions of the modern world income distribution*. Boston: National Bureau of Economic Research.
- Balcazar, A. (2013). *Tierra para uso agropecuario, políticas de desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo-SAC.
- Bardhan, P. (1989). The new institutional economics and development economics. *World Development*, 17(9), 151-185.
- Bejarano, J. (1998). *Economía de la agricultura*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Bejarano, J. (1999). *El desarrollo institucional y la política agrícola*. Bogotá: IICA.
- Berry, A. y Cline, W. (1979). *Agrarian Structure and Productivity in Developing Countries*. Ginebra: ILO.
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH). (2013). *¡Basta Ya! Colombia: Memorias de guerra y dignidad. Informe general Grupo Memoria Histórica*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Deininger, K. (2004). *Políticas de tierras para el crecimiento y la reducción de la pobreza*. Bogotá: Banco Mundial-Alfaomega.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. "Prosperidad para todos"*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Echavarría Olózaga, H. (1995). *La tenencia de la tierra y el desarrollo económico y social*. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1995). *Macroeconomía y políticas agrícolas: una guía metodológica*. Roma: autor.
- García, A. (1970). *La estructura del atraso en América Latina*. Buenos Aires: Siap.
- Hodgson, G. (2006). What are institutions? *Journal of Economic Issues* XI(1).
- Ibáñez, A. M. (2012). *Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Jaramillo, C. F. (2002). *Crisis y transformación de la agricultura colombiana 1990-2000*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica-Banco de la República.

- Kalmanovitz, S. y López, E. (2006). *La agricultura colombiana en el siglo XX*. Bogotá: Fondo de cultura Económica-Banco de la República.
- Larson, B. y Brownley, D. (1990). Property rights, externalities, and resource degradation. *Journal of Development economics*, 2370-238.
- Leibovich, J. (2013). *Vinculación de los pequeños productores al desarrollo de la agricultura. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo, SAC.
- Machado, A. (1998). *La cuestión agraria en Colombia a fines del milenio*. Bogotá: El Áncora.
- Machado, A. (2005). *La academia y el sector rural 5*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Munro-Faure, P., Groppo, P., Adriana, H. y Palmer, D. (2002). *Land tenure and rural development projects*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- North, D. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Norton, R. (2004). *Políticas de desarrollo agrícola*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Phelps, E. (1986). *Economía política*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Piñeiro, M. (2009). *Evolución de la institucionalidad agropecuaria y rural en América Latina y el nuevo contexto internacional*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Colombia rural. Razones para la esperanza*. Bogotá: autor.
- Powelson, J. P. (1988). *The Story of Land: A World History of Land Tenure and Agrarian*. Cambridge: Instituto Lincoln de la Tierra.
- Rasmus, H. (1998). Rural market imperfections and the farm size-productivity relationship: Evidence from Pakistan. *World Development*, 26(10), 1823-1824.
- Restrepo, J. C. (2010). *Exposición de motivos al proyecto de ley 0109 de 2010*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Sjaastad, E. (2000). The Prejudices of Property Rights: On Individualism, Specificity, and Security in Property Regimes. *Development Policy Review* 18(4), 365-89.
- Vergara, W. (2010). La ganadería extensiva y el problema agraria. El reto de un modelo de desarrollo sustentable para Colombia. *Revista Ciencia Animal. Universidad de La Salle*.

Aproximación a un modelo estadístico (basado en lógica difusa) de medición de riesgo ambiental a partir de indicadores de sostenibilidad para el departamento del Putumayo

*Tatiana Pamela Jiménez**

El presente trabajo presenta una breve descripción de la problemática que enfrenta el departamento del Putumayo al ser decretado como distrito petrolero de Colombia, desde el enfoque de sostenibilidad bajo la visión integrada de las agrociencias. Adicionalmente, se justifica el uso de la lógica difusa como una alternativa para la construcción de un modelo estadístico de medición de riesgo ambiental. Se espera que en un solo modelo se pueda relacionar indicadores sociales, económicos y ambientales que basados en el estado de sostenibilidad del sistema ecológico de la cuenca media del río Putumayo genere una estimación del riesgo a la cual se encuentra expuesta la población, por la presencia de xenobióticos.

El petróleo en el mundo

Según el Banco Mundial, la energía es cada vez más necesaria para mantener el crecimiento económico, mejorar los niveles de vida y reducir la pobreza. Sin embargo, las actuales tendencias en su generación y uso no son sostenibles. A medida que aumenta la población mundial y las economías se industrializan, las fuentes de energía no renovable se tornarán más escasas y costosas.

Laine (2009) afirma que el petróleo es el principal protagonista de la presente era de la combustión, no solo por su imprescindible función

* MSc. Estadística. Estudiante de Doctorado en Agrociencias, Universidad de La Salle. Correo electrónico: tjimenez@unisalle.edu.co

energética sino también por su influencia en la economía global. La explotación de petróleo como fuente de energía se originó desde el primer conflicto mundial. El hecho de ser un combustible potente, abundante y barato, lo hizo convertirse en el principal generador de energía (Martínez, Orlandini, y Herrero, 2011).

La alta generosidad energética que provee el petróleo no se ve compensada en la bondad ambiental de su explotación, ya que la energía producida por hidrocarburos es altamente contaminante y es considerada una de las principales causas del cambio climático, como lo expone en su documento Bartra (2013). Esto lo ratifican Ortiz, Sabogal y Hurtado (2012), quienes sostienen que la dependencia energética de combustibles fósiles contribuye al ciclo acumulativo de emisión de gases de efecto invernadero y al deterioro del ambiente.

Otro hecho que evidencia el impacto ambiental a causa de la explotación petrolera es el expuesto en Martínez *et al.* (2011):

En 1961, la huella ecológica de nuestra civilización correspondía al 65% de la biocapacidad anual de la tierra; creció hasta el 100% de dicha capacidad en 1980, para luego alcanzar el 150% en 2007. En otras palabras, estamos viviendo por encima de nuestras posibilidades y agotando nuestra dotación de recursos naturales. (p. 277)

En Martínez *et al.* (2011), también se afirma que para hacerle frente al cambio climático se requiere tener en cuenta el aspecto social y político. Construir un nuevo modelo sostenible: “reconvertir ecológica y socialmente nuestro modelo socioeconómico bajo un criterio de reducción de la huella ecológica con criterios de justicia” (p. 271).

Colombia no es ajeno a este modelo económico ya que se ha dado al sector minero-energético la responsabilidad de promover el crecimiento y generar empleo, se ha propuesto el sector como la principal locomotora para dar cumplimiento a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, proponiendo a su vez estrategias de encadenamiento desde el sector minero-energético hacia los demás sectores de tal forma que este se convierta en el eje central de la economía colombiana (Estupiñán y Polanía, 2011).

Petróleo: problemática ambiental

Las dos regiones que se han impulsado para el desarrollo del sector minero-energético en Colombia son la Orinoquía y la Amazonía, considerándose esta última como una potencia de insumos biológicos para el impulso de la industria y la economía. Sin embargo, esta última función no se realiza dentro de los parámetros de sostenibilidad, agotando así sus recursos naturales e influyendo en la función principal de la región de controlador del clima global.

Al considerar el impacto que la región de la Amazonía colombiana tiene en el control del cambio climático, por el papel que desempeña su red hídrica, nos debemos referir a las diferentes formas de contaminación que genera la explotación de petróleo en la zona, pues los residuos del proceso de extracción, refinación y transporte deterioran la calidad de agua. Se han expuesto diferentes formas en que la calidad del agua se ve afectada durante el proceso de exploración y explotación de petróleo:

- El agua de producción es agua fósil, que se han ido acumulando con combustibles fósiles con el paso de los años y puede contener adicionalmente compuestos inyectados para la recuperación mejorada de petróleo. El problema con el agua de producción es que se vierte en aguas superficiales.
- En la explotación y extracción se producen desechos sólidos (residuos de perforación), los cuales tienen una alta probabilidad de contener productos químicos y materiales que afectan la salud.
- En la fase de perforación los lodos, líquidos acuosos y lubricantes que se emplean para enfriar la broca, estabilizar las paredes del pozo o licuar cortes se acumulan y al final del proceso se almacenan en piscinas o balsas de residuos. Estas balsas de residuos son altamente peligrosas no solo por la posible lixiviación a los acuíferos sino también para los animales y aves que pueden considerarlas pozos de agua.
- Finalmente, durante el transporte, mediante oleoducto o carro-tanques, se corre el peligro de sufrir derrames, ya sea a causa de accidentes o por atentados terroristas. Generalmente, estos derrames ocurren en cercanías o directamente en la red hídrica de las zonas aledañas a los pozos.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) considera prioridad el estudio y seguimiento de ciertos compuestos químicos derivados del proceso de extracción y producción de derivados de petróleo por considerarlos de alto riesgo en la salud humana y animal. Algunos de estos compuestos son los llamados *hidrocarburos aromáticos policíclicos* (PHA) y *benceno, tolueno, etilbenceno y xileno* (BTEX).

Aun cuando se han llevado a cabo varios estudios sobre el peligro potencial de los PHA y los BTEX en la salud humana y animal, y sobre sus efectos en el medio ambiente, aún no se conoce del todo su toxicidad pues cada compuesto puede tener diversos efectos.

Por lo anterior, se ve la necesidad de implementar programas de medición, seguimiento y control del nivel de concentración de estos compuestos en las fuentes de agua cercanas a las zonas de exploración, explotación y producción de derivados de petróleo. Y teniendo en cuenta las propiedades de persistencia y bioacumulación de los PHA y BTEX, es importante que se realicen estudios periódicos.

En Colombia, a pesar de la existencia de normas para el manejo de residuos por uso y transporte de hidrocarburos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008), dentro del conjunto de indicadores nacionales para seguimiento de calidad de recurso hídrico reglamentados y reportados en el Sistema de Información Ambiental Territorial no se han contemplado indicadores de concentración de residuos de hidrocarburos en las red hídrica de las zonas aledañas a los pozos y refinerías, pues el deterioro de la calidad del agua de la región influye directamente en la disponibilidad del recurso.

Impacto social en Putumayo

Pero el impacto no es solo de tipo ambiental, en el estudio realizado por Ramírez (2012) se presentan algunos de los efectos causados por la llegada de la industria petrolera a Putumayo, en particular al municipio de Orito. En este trabajo se resalta que se alcanzan a modificar patrones socioeconómicos propios del municipio. Más preocupante aún son los cambios ocurridos en el territorio indígena. En palabras de Ramírez: “las poblaciones indígenas se vieron sensiblemente afectadas y llegaron a una situación de descomposición social a la que resistieron muy pocas familias nativas” (2012, p. 131).

Aunque Colombia, mediante la Constitución de 1991, dio un paso importante en el reconocimiento de los derechos y deberes de las comunidades indígenas como ente protector del ambiente, el Estado sigue dando prioridad a la necesidad de crecimiento económico. Así es como en 2011 se decretó al departamento del Putumayo como Distrito Especial Minero (Fundación Paz y Reconciliación, 2014) y dispuso 85% de su área disponible para exploración y explotación de petróleo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2014), sin realizar el proceso de consulta previa al cual tenían derecho los resguardos del Putumayo. La violación de este derecho, el impacto social y el deterioro ambiental ha hecho que la comunidad se movilice a través de manifestaciones y protestas con las que pretenden llamar la atención y esperar soluciones (Ramírez, 2012; Fundación Paz y Reconciliación, 2014).

Otro de los aspectos que no se tuvo en cuenta al momento reconocer al Putumayo como Distrito Especial Minero, es el papel que el río Putumayo desempeña tanto en el desarrollo económico local y el desarrollo social de la comunidad. El río Putumayo a la altura del corredor fronterizo Puerto Vega, Teteye (municipio de Puerto Asís) es el único medio de transporte hacia Mocoa, es decir, que el transporte del crudo se realiza a través de él, por tanto, el agua del río está completamente expuesta a sufrir una contaminación directa por derrame; por otro lado, Puerto Asís no cuenta con sistemas de alcantarillado y tratamiento (Fundación Paz y Reconciliación, 2014), por lo cual las aguas residuales de industria y domicilios llegan en forma directa a las aguas del río. Por tanto, se puede pensar que las aguas del río Putumayo terminan recibiendo los residuos químicos de la industria petrolera, invitando al estudio y medición de los niveles de concentración de PHA y BTEX. Teniendo en cuenta que la única fuente de agua para el municipio es este río, de allí se toma el agua para consumo y riego, además la pesca es una de las principales actividades económicas locales, y como las principales propiedades de los PHA y BTEX son la persistencia y la bioacumulación, sería muy fácil concluir que el peligro al cual se encuentra expuesta la población de la zona es muy alto.

Por otro lado, al desconocer el derecho a la consulta previa, se ha pasado por encima del conocimiento y manejo sostenible de los recursos naturales que tiene la comunidad indígena de la zona, con esto no solo se ha logrado el desplazamiento de la etnia siona, sino que además se ha dejado a la comunidad general expuesta. En palabras de Cano (2013):

El cometido pendiente a fin de ir más allá del campo de la hipótesis acerca de la sostenibilidad y del rol que juegan las etnias [...] consiste en aventurarse a estimar el valor de su aporte a la estabilidad del sistema regulatorio de los regímenes de lluvia y los eventos climáticos que emerge de dicha región, es decir, a la preservación del flujo de servicios ecosistémicos, y, con fundamento en ello, documentar, con el máximo rigor metodológico posible, el papel determinante que en la prestación de dichos servicios ha jugado la institucionalidad colombiana representada en los resguardos indígenas y los parques nacionales. (p. 5)

Así es como se evidencia que el crecimiento económico generado a través de la industria petrolera en el país está regido por un modelo no sostenible, en el cual la economía local, la dinámica social y el ecosistema sufren los cambios sin que se reciba una compensación acorde a sus necesidades.

¿Por qué un modelo de medición de riesgo ambiental?

La construcción de un modelo que permita estimar el riesgo al cual se encuentra expuesta una población a causa de la presencia de residuos de xenobióticos en la red hídrica de la zona, es un instrumento que adquiere importancia al momento de pensar en el cobro de pasivos ambientales. Bajo el concepto de un sistema sostenible es necesario, no solo tener en cuenta las características bioquímico-físicas del ecosistema, que se ven alteradas por la contaminación en la red hídrica, sino que se hace necesario incluir indicadores económicos, sociales, culturales y sobre todo que se valore el conocimiento tradicional que tiene la comunidad indígena sobre el manejo sostenible de los recursos. Sin embargo, esto no es una tarea sencilla.

En algunos de los avances que se han realizado en la medición de la sostenibilidad existen ciertos indicadores económicos, ecológicos, o ambos a la vez. No obstante, los resultados obtenidos a partir de estos indicadores aún carecen de aceptación universal. Algunos ejemplos de medidas de sostenibilidad existentes pueden encontrarse en International Union for the Conservation of Nature-International Development Research Center (1995); Organisation for Economic Cooperation and Development (1994); Pearce y Atkinson (1993), y Sherp (1994). En sus planteamientos puede observarse que

los investigadores han descompuesto la sostenibilidad en un gran número de componentes o índices individuales cuya síntesis en una medida parece ser casi imposible. Como se ha señalado en la literatura, la información ambiental y socioeconómica no es deficiente, sino que la naturaleza fragmentaria, a menudo cualitativa, y muy detallada de esta información dificulta su utilidad directa en la formulación de políticas (Brink, Husper y Colijn, 1990). Esta observación, junto con la subjetividad del término en sí, por ejemplo, lo que parece insostenible para un ecologista puede ser sostenible para un economista, hace que se requiera información adecuada que se adapte a los objetivos cuantitativos de sostenibilidad. Al respecto, Brink (1991) establece que dicha información debe cumplir las siguientes cinco condiciones: a) dar una indicación clara de si se cumplen los objetivos de la sostenibilidad; b) referirse al sistema como un todo; c) tener un carácter cuantitativo; d) ser comprensible por los no científicos, y e) contener parámetros que pueden utilizarse por periodos de una o más décadas. Su justificación para estos cinco requisitos es tener una herramienta práctica que evalúe la sostenibilidad de manera que los responsables políticos puedan garantizar el desarrollo futuro.

Lógica difusa: la alternativa

La ausencia de unidades comunes de medición y de los indicadores de sostenibilidad que persiguen formulaciones políticas del desarrollo sostenible, así como la falta de criterios cuantitativos para ciertos valores en dichos indicadores, muestran la necesidad de contar con un método sistemático basado en una metodología científica confiable, que combine componentes bioeconómicos, ambientales y políticos, haciendo justicia a la incertidumbre presente en la medición de riesgo ambiental. Dicho procedimiento debe ser flexible en el sentido de que puedan agregarse o quitar indicadores con el fin de lograr una mejor evaluación del sistema de acuerdo con la evolución del campo mismo. Perseguir estos propósitos hace que la distinción entre que algo sea sostenible o no, tenga un carácter difuso (Klir y Folger, 1988), carácter a evaluar mediante los Indicadores de sostenibilidad, los cuales deberán reflejar la cantidad de información disponible, así como lo que no sabemos acerca del desarrollo sostenible.

La información relativa sobre el desarrollo sostenible puede ser inconsistente, pues las expectativas humanas sobre futuras oportunidades para

el desarrollo rural pueden cambiar con el tiempo. Este último argumento muestra el porqué la incertidumbre probabilística, la cual se refiere a hechos que tienen un significado inequívoco bien definido, no es suficiente para estudiar todo aquello relacionado con la sostenibilidad, ya que es imposible evaluar de forma infalible si el desarrollo de un sistema de producción es sostenible o insostenible, esto es, si tiene uno de dos únicos valores. La lógica de dos valores produce una conclusión no satisfactoria (Fresco y Kroonenberg, 1992).

Siendo la lógica difusa una herramienta científica que permite la simulación de la dinámica de un sistema sin una detallada descripción matemática. El conocimiento está representado por reglas lingüísticas de la forma *si-entonces* que describen la evolución lógica del sistema de acuerdo con los valores lingüísticos de sus principales componentes (llamados variables lingüísticas). En el campo del desarrollo sostenible y la medición del riesgo hay aspectos que no se pueden cuantificar y que son muy importantes como, por ejemplo, los valores y las opiniones. En esta área del pensamiento humano la lógica difusa ha mostrado ser de gran utilidad (Zadeh, 1973; Zimmermann, 1991).

Ahora bien, como el propósito del trabajo es estimar el peligro potencial al cual se encuentra expuesta la población que habita en cercanía a la Cuenca Media del río Putumayo, en particular en el corredor fronterizo Puerto Vega, Teteyé, ocasionado por la presencia de xenobióticos derivados de la industria petrolera en la red hídrica de la zona, a través de un modelo probabilístico para evaluación de riesgo ambiental, a partir de indicadores de sostenibilidad (ecológicos, sociales y económicos). Se propone hacer uso de la teoría de lógica difusa, ya que a diferencia de la incertidumbre probabilística, la incertidumbre difusa se refiere a los acontecimientos que no han sido bien definidos, y que tienen un significado ambigüo (Reyes, 2014). La teoría de conjuntos difusos se basa en la lógica multivalente (Zimmermann, 1991), la cual permite la evaluación intermedia entre estrictamente sostenible y estrictamente insostenible. De esta manera, lo difuso de la medición describe el grado en el que se produce un evento, o si no se produce (Reyes, 2014). Así la teoría de la lógica difusa ofrece un marco matemático formal para evaluar el desarrollo sostenible donde la matemática tradicional es incapaz de reflejar todas las variables presentes (Munda, Nijkamp, y Rietveld, 1994).

La propuesta

Desarrollar un modelo de evaluación del riesgo ambiental, causado por los procesos de exploración, explotación y transporte de petróleo, que aporte a la medición de la sostenibilidad de la región. Se desea estudiar los insumos ecológicos, así como los humanos (económico, social, educativo y político) de manera que puedan involucrarse unos con otros mediante técnicas propias de la lógica difusa con el fin de obtener una medida final. Con esta combinación, se busca que la respuesta obtenida represente el grado de la sostenibilidad del sistema en estudio. Una de las características importantes de esta propuesta es que está abierta a actualizaciones en el tiempo, como lo son los cambios de realidades y las nuevas experiencias. Este proyecto presenta una nueva definición y la evaluación cuantitativa de la sostenibilidad. Se espera que el modelo obtenido pueda ser de utilidad a futuro en el momento de tomar decisiones políticas en pro del desarrollo sostenible.

Impacto esperado

Presentar la teoría de conjuntos difusos y los modelos probabilísticos difusos como una herramienta adecuada para la evaluación del riesgo ambiental dentro de un marco de desarrollo sostenible basado en los indicadores de sostenibilidad dependientes del contexto. Aunque un proceso de toma de decisiones en materia de desarrollo sostenible es subjetivo, la teoría de conjuntos difusos vincula expectativas humanas sobre el desarrollo, y permiten convertir proposiciones lingüísticas en datos numéricos, todo esto se expresa en las mediciones de los indicadores de sostenibilidad. La propuesta de un modelo difuso proporciona un nuevo enfoque para apoyar las decisiones en materia de desarrollo sostenible.

Referencias

- Banco Mundial. (2014). Recuperado de <http://www.bancomundial.org>
- Bartra, A. (2013, enero-abril). Renta petrolera: cómo se forma, quiénes la pagamos, quién la capitaliza. *Alegatos*, 83, 117-134.

- Brink, B. J. E. T. (1991). The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development. En *Search of Indicators of Sustainable Development* (p. 26). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Brink, B. J. E. T., Husper, S. H. y Colijn, F. (1990). *A quantitative method for description and assessment of ecological systems: the AMOEBA approach*. Proceedings of the International Conference on the Environmental Management of Enclosed Coastal Seas. Marine Pollution Bulletin, Kobe, Japan.
- Cano, C. (2013). *El desarrollo sostenible, impuesto al carbono y pago de servicios ecosistémicos: el caso amazonía*. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/cgc_mar_2013.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). Recuperado de <http://www.dane.gov.co>
- Estupiñán, F. y Polanía, O. (2011). Las locomotoras del desarrollo: minas, energía e innovación. *Revista de Ingeniería* 34, 44-48.
- Fresco, L. O. y Kroonenberg, S. B. (1992). Time and spatial scales in ecological sustainability. *Land Use Policy*, 9, 155-168.
- Fundación Paz y Reconciliación. (2014). *Departamento de Putumayo*. Tercera Monografía. Coordinador Ávila Ariel Fernando. Recuperado de <http://www.lazorillas.co/wp-content/uploads/2014/02/PUTUMAYO-INFORME-PAZ-Y-RECONCILIACION%20C3%93N.pdf>
- International Union for the Conservation of Nature, International Development Research Center. (1995). Assessing progress towards sustainability: a new approach (pp. 182-172.). En *A Sustainable World: Defining and Measuring Sustainable Development*, Thadeus, Trzuna (eds.). Sacramento.
- Klir, J. G. y Folger, T. A. (1988). *Fuzzy sets, uncertainty and information*. Englewood Cliff: Prentice Hall.
- Laine, J. (2009, diciembre). Ciento cincuenta años de combustión de hidrocarburos fósiles: las alternativas emergentes. *Ingeniería y Ciencia*, 11-31.
- Martínez, A., Orlandini, A. y Herrero, S. (2011). Crisis, cambio global y energía. *Revista de Economía Mundial*, 29, 263-284.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Manual técnico para la ejecución de análisis de riesgos para sitios de distribución y derivados de hidrocarburos*. Bogotá: autor.
- Munda, G., Nijkamp, P. y Rietveld, P. (1994). Qualitative multicriteria evaluation for environmental management. *Ecological Economics*, 10, 97-112.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (1994). *Environmental indicators*. París: autor.

- Ortiz, D., Sabogal, J. y Hurtado, E. (2012, diciembre). Una revisión a la reglamentación e incentivos de las energías renovables en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 20(2), 55-67.
- Pearce, D. W. y Atkinson, G. D. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability. *Ecological Economics*, 8, 103-108.
- Ramírez, R. (2012). Explotación de petróleo y desarrollo en la Amazonía colombiana: el caso de orito. En F. Franco (Ed.), *Megaproyectos: la Amazonía en la encrucijada*. Leticia: Universidad Nacional de Colombia.
- Renning, K. y Wiggering, H. (1997). Step towards indicators of sustainable development: linking economic and ecological concepts. *Ecological Economics*, 20, 25-36.
- Reyes, A. (2014). *Probabilidades difusas en la evidencia científica* (tesis de Maestría en Filosofía). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Sherp, J. (1994). What does an economist need to know about the environment? Directorate General for Economics and Financial Affairs. *Economic Papers of the European Commission* 107.
- Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics SMC-3* 1, 28-44.
- Zimmermann, H. J. (1991). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. Boston: Kluwer.

Enfoque interdisciplinar de la dinámica y el control de las enfermedades zoonóticas

*Patricia Hernández-Rodríguez**

*Diego Soler-Tovar***

*Arlen Gómez****

La producción ganadera mundial busca reducir costos en los productos con el fin de ofrecer a la población humana un mayor acceso a los alimentos de origen animal. Los nuevos sistemas de producción de ganado, así como las implicaciones de estrategias productivas que optimizan la producción en un menor espacio, pueden traer como consecuencias un aumento en la transmisión de enfermedades a nivel local y global; así como, la aparición de nuevos patógenos o la reaparición de algunos considerados ya controlados (Jones *et al.*, 2013; Liverani *et al.*, 2013).

Este aumento en la aparición de enfermedades zoonóticas y su propagación, desde la perspectiva de la rápida intensificación de los sistemas productivos, se puede explicar por el uso de algunas prácticas como la concentración de animales en unidades cerradas, el uso prolongado de antibióticos y el movimiento frecuente del ganado que a veces implica recorrer largas distancias. Diversos autores (Howe, Häslér, y Stärk, 2013; Narrod, Zinsstag, y Tiongco, 2012; Häslér, Howe, y Stärk, 2011) han planteado la necesidad de realizar un trabajo interdisciplinar que minimice el impacto de

* Licenciada en Biología. MSc. Profesora del programa de Biología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: phernandez@unisalle.edu.co

** Médico veterinario, MSc. Miembro del Grupo Epidemiología y Salud Pública, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: diegosoler@unisalle.edu.co

*** Médica veterinaria. PhD. Miembro del Grupo Epidemiología y Salud Pública, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: agomez@unisalle.edu.co

estas prácticas de intensificación de la agricultura y los cambios ambientales sobre la salud animal, humana y ambiental.

El trabajo interdisciplinar incluye, entre otras actividades, realizar un abordaje de interrelación de aspectos ambientales, biológicos, económicos y sociales, los cuales son necesarios para comprender de manera adecuada la dinámica de las enfermedades zoonóticas, haciendo una contribución útil para la toma de decisiones sobre políticas de control desde la interdisciplinariedad (Häsler *et al.*, 2011; Woods, 2011). Dentro de este manejo interdisciplinar se evidencia un vacío en la literatura de la economía de la salud animal, destacando las bajas interacciones de la enfermedad con su entorno socioeconómico e institucional. Es necesario incorporar los puntos fuertes de la cadena de valor y la economía de la información para proponer un mayor análisis del impacto económico y una mejor integración entre la epidemiología de la enfermedad y sus vínculos con las tendencias económicas. En este sentido, se ha planteado que la mitigación de la enfermedad, definida como la relación entre las pérdidas de valor que se evitan y los recursos gastados de mitigación, debe convertirse en un método estándar para el análisis de políticas de salud animal y para la eficiencia económica como una contribución a los programas de investigación en economía de la salud de los animales (Rich y Perry, 2011).

Lo anterior implica que para comprender la dinámica de las enfermedades, y poder contribuir en las políticas de salud animal, es necesario tener en cuenta la economía, entendiendo este aporte más allá del análisis financiero; es decir, que incluya valores relacionados con la seguridad alimentaria, el bienestar animal y la protección del ambiente. De esta forma, es claro que para formular políticas sobre el manejo de enfermedades que involucren a las poblaciones (humana y animal) se requiere la participación de la economía junto con otras ciencias y disciplinas como ciencia animal, matemáticas, informática, ciencias sociales, ciencias biológicas, estadística, entre otras; y de diversas técnicas, entre ellas: modelamiento, análisis de riesgo, programación informática, gestión de datos, estadística analítica, estadística descriptiva, diagnóstico y genómica que propendan a un mayor conocimiento de la dinámica y el control de las enfermedades bajo un contexto epidemiológico y socioeconómico específico (Howe *et al.*, 2013; Rich y Perry, 2011).

Teniendo en cuenta lo expuesto, a través de este documento se pretende mostrar algunas reflexiones sobre las enfermedades zoonóticas asociadas con los cambios en la agricultura y en el ambiente, el impacto de los estudios

interdisciplinarios y la relación de la epidemiología y la economía veterinaria como herramientas de cambio para el manejo y control de las enfermedades en los animales.

Implicaciones de las enfermedades zoonóticas asociadas con los cambios en la agricultura y alteraciones naturales

Alrededor del mundo, la producción ganadera se enfoca hacia el desarrollo de productos más económicos con una mayor distribución y cobertura; sin embargo, las consecuencias de estas iniciativas para la salud son inciertas. Por otro lado, los brotes de enfermedades animales plantean una amenaza para el sector ganadero, abarcando los impactos producidos por la enfermedad, así como las medidas adoptadas para mitigar el riesgo en la introducción de los patógenos (Brundtland, 2002; Howe *et al.*, 2013; Kirk y Bonagura, 1994).

Las enfermedades zoonóticas se han considerado por tradición como patologías asociadas con sociedades poco industrializadas, con bajo nivel sociocultural y con infraestructura sanitaria limitada; sin embargo, en países industrializados o zonas que han superado estos factores se registran casos asociados con zoonosis que afectan a las poblaciones humanas y sobre las que se deben desarrollar medidas de inspección, vigilancia y control. Por tanto, es necesario desarrollar actividades frente a estas patologías en animales de compañía, silvestres y de producción que pueden ser el origen de la transmisión de diversas enfermedades zoonóticas en zonas rurales y urbanas (King, 2004). En este contexto, las enfermedades zoonóticas, y en general, las de importancia en salud pública, representan un desafío para el control en diferentes países y se convierten en una problemática adicional en el camino hacia la sostenibilidad (Kates *et al.*, 2011; Woods, 2011).

El desarrollo de procesos de intensificación y expansión de la ganadería, generados por el aumento de la demanda en el mercado internacional, se asocian con cambios tecnológicos que han permitido la implementación de nuevos sistemas de producción. A pesar de estos grandes avances, no se han investigado ni cuantificado los posibles impactos sociales y ambientales; tampoco se conocen las consecuencias a nivel productivo, económico, ecológico y social que puedan ser ocasionadas por este proceso de cambio (Brundtland, 2002; Howe *et al.*, 2013; Woods, 2011).

La intensificación ganadera implica el aumento en tamaño y densidad, lo cual facilita la transmisión de enfermedades a pesar de la implementación de medidas eficaces de bioseguridad. Además, el uso de antibióticos como métodos profilácticos de enfermedades o como promotores del crecimiento, especialmente en cerdos y aves, promueve la resistencia a los antibióticos en los patógenos zoonóticos (Gilchrist *et al.*, 2007). Los procesos de intensificación también aumentan la frecuencia de los movimientos de personas y vehículos dentro y fuera de las explotaciones, aumentando el riesgo de transmisión de patógenos (Leibler, Carone, y Silbergeld, 2010). Este riesgo de transmisión también se incrementa por el uso de sistemas de ventilación que expulsan material (incluyendo patógenos) al ambiente, incrementando la posibilidad de infección de los animales silvestres y domésticos que igualmente se pueden contaminar por el suelo o por el agua debido a que gran parte de los desechos se esparcen en la tierra y entran en contacto con fuentes de agua (Jones *et al.*, 2013).

Los desastres naturales como terremotos, erupciones volcánicas, tifones, huracanes e inundaciones, entre otros, dan como resultado la introducción o aumento de agentes zoonóticos en poblaciones humanas, alterando así el equilibrio biológico. Igualmente, durante los desastres se produce una alteración en las medidas de salud pública y en la infraestructura requerida para su control, que en estas situaciones se vuelven ineficaces y difíciles de operar, haciendo más vulnerables a las poblaciones humanas de ser afectadas por zoonosis (King, 2004).

Estudios interdisciplinarios como alternativa de control en la dinámica de las enfermedades zoonóticas

Los aspectos biológicos, sociales y económicos asociados con las enfermedades zoonóticas son complejos; estos generalmente no son bien entendidos dada la visión multidimensional que presentan, lo cual puede ser concebido como una complicación para la generación de políticas eficaces que den respuesta efectiva a esta problemática de salud (Howe *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 2013). Dadas estas implicaciones surge como respuesta, la asociación del trabajo interdisciplinar, enfoque principal de la epidemiología veterinaria, que es definida por James (2005) como “el estudio de las interacciones entre las poblaciones de animales, agentes patógenos, vectores y factores

ambientales”. Los estudios epidemiológicos incluyen la asociación de varias técnicas y metodologías derivadas de diversas disciplinas, exigiendo la participación eficaz de un equipo multi e interdisciplinar que asegure el análisis y la comprensión de la contribución particular en contexto para lograr dar respuesta a cada uno de los propósitos y alcances de un estudio o caso particular. Lo anterior con el fin de contribuir a que los responsables de la formulación y aplicación de políticas en salud aporten eficazmente al control y prevención de la enfermedad (James, 2005; Jones *et al.*, 2013).

Esta orientación para la promoción o cambios en política pública requiere el trabajo colaborativo entre diversas disciplinas y más aún en la aplicación de diversas técnicas que permitan obtener conocimiento básico y aplicado que aporte en diversos factores como la educación ambiental, la conservación, el manejo del ambiente y la salud. Un ejemplo de esta interacción puede ser la implementación de la estadística analítica como técnica importante para los epidemiólogos, generando mejoras en la calidad de los análisis estadísticos de los estudios epidemiológicos; sin embargo, los *software* disponibles no son suficientes para asegurar que las técnicas se utilizan apropiadamente y que el usuario comprenda el significado de los resultados; esto se debe a que a medida que se implementan nuevas técnicas analíticas se requiere el asesoramiento de expertos para comprender de forma apropiada los análisis generados. Cada vez es más fácil tener acceso a grandes bases de datos con fines investigativos, igualmente, las aplicaciones informáticas para la realización de gráficas a partir de los datos se pueden utilizar para presentar los resultados en formas que son mucho más fáciles de entender que las estimaciones de los parámetros numéricos. Otras técnicas generadas desde la multi e interdisciplinaridad se han utilizado con fines diagnósticos; en este sentido, se ha mejorado la tecnología para la identificación y caracterización de agentes patógenos con altas sensibilidades y especificidades generando beneficios para el desarrollo de estudios epidemiológicos. Adicionalmente, la implementación de nuevas tecnologías y la automatización permite un descenso en los costos y propicia un uso más amplio.

Otras técnicas que apoyan el trabajo multi e interdisciplinar son las herramientas de análisis económico; sin embargo, muchos profesionales del área de la salud no las utilizan, lo que hace difícil los procesos de toma de decisiones. Es importante fomentar el uso de los análisis económicos más allá del costo-beneficio monetario; de esta forma, conocer el costo-beneficio de la enfermedad humana y el impacto en la salud animal y ambiental es cada vez

más necesario para la toma de decisiones y la implementación de políticas de salud. Por último, dos técnicas dentro de este manejo interdisciplinar, el análisis genético y el análisis de riesgo, se han convertido en herramientas clave para la comprensión de muchos procesos y dinámicas. Para el primer caso, las novedosas técnicas de análisis genético dentro de los abordajes de la genómica estructural y funcional se constituyen en un avance cualitativo y cuantitativo para la selección de las poblaciones de ganado resistentes a diversas enfermedades; por ejemplo, al identificar un gen susceptible se pueden eliminar las poblaciones de reproductores que lo porten.

En el segundo caso, la utilización de los análisis de riesgo se ha aumentado en los últimos años para dar respuesta a los requerimientos de la Organización Mundial del Comercio, que solicita estudios que respalden la evaluación de riesgo para autorizar el comercio de productos de origen animal que es restringido por aspectos zoonosanitarios (James, 2005).

Integración de las perspectivas epidemiológica y económica

En los países en vía de desarrollo, las enfermedades zoonóticas generan impactos que se enmascaran en los mercados, la pobreza y la calidad de vida; esto debido a los diversos usos de la ganadería y a que las cadenas de valor del ganado son más complejas. En los dos casos, las estrategias de control de enfermedades se ven afectadas porque es difícil reconocer las limitaciones inherentes entre los agricultores y los servicios veterinarios entre otros eslabones importantes en la cadena de valor (Jones *et al.*, 2013). De esta forma, para algunos autores las enfermedades de los animales podrían ser consideradas como un problema económico con implicaciones veterinarias y no como un problema veterinario con implicaciones económicas. Esto se explica porque se afecta el bienestar de las personas; por ejemplo, con la enfermedad animal se pierde la producción y por consiguiente se reduce la disponibilidad de productos para el consumo humano (carne, leche o huevos); a nivel industrial, al sacrificar animales enfermos o que mueren prematuramente se genera un menor número de productos como cueros y pieles; así como, subproductos animales utilizados en la fabricación de productos farmacéuticos. Estas pérdidas físicas se pueden expresar en unidades monetarias y agregarse como una medida de la pérdida de valor a la sociedad. Entonces, para el desarrollo de políticas de salud animal es

importante cuantificar factores asociados con la disminución del bienestar animal y el bienestar humano afectado por el miedo de sufrir una zoonosis por el consumo de un producto animal o por la interacción con el animal. Por tanto, las enfermedades en los animales afectan a la sociedad y sus efectos deben ser mitigados, especialmente a través de la prevención, para lo cual se requiere invertir en la investigación, el diseño de medidas de vigilancia e intervención y en la formación de recurso humano cualificado (Howe *et al.*, 2013).

En los últimos años se han generado avances en la aplicación de la epidemiología y la economía veterinaria, básicamente, por la rápida evolución de las técnicas, la amplia disponibilidad de computadores y programas de análisis y la formación de un gran número de epidemiólogos. Sin embargo, todavía parece que hay una falta de conciencia de las potencialidades de la epidemiología y economía veterinaria en la planificación y gestión de todos los programas de sanidad animal. La epidemiología es críticamente dependiente de los datos, sin embargo, las diversas fuentes de datos sobre la identificación de los animales, el registro, el movimiento de animales, la salud y la producción están fragmentadas entre diferentes organizaciones y en ocasiones se presentan en formatos incompatibles que restringen el manejo de la información (Howe *et al.*, 2013; James, 2005).

La investigación desde la perspectiva económica y epidemiológica debe partir de dos premisas fundamentales. La primera es la lógica económica donde el análisis de problemas aplicados debe basarse en principios económicos sólidos; cualquier modelo cuantitativo siempre debe basarse en un modelo teórico sólido. La segunda premisa se relaciona con los principios que deben ayudar a los políticos a pensar sobre el papel específico de la vigilancia en la mitigación de la enfermedad, y las implicaciones más amplias para las decisiones de la asignación de recursos. Los principios se explican a partir de tres factores: 1) la mitigación de la enfermedad definida desde la perspectiva epidemiológica como la reducción de la pérdida debido a la vigilancia y la intervención y luego a partir de las relaciones económicas correspondientes; 2) los valores económicos y sus implicaciones sobre la toma de decisiones de política de mitigación, y 3) las relaciones entre la vigilancia, la intervención y las pérdidas evitadas consideradas de manera simultánea. Esto puede guiar la toma de decisiones para la eficiencia económica en la mitigación de la enfermedad (Howe *et al.*, 2013).

La mitigación de la enfermedad comprende dos actividades distintas: 1) la vigilancia concebida como la observación sistemática y continua y el análisis de datos relacionados con la salud animal que de manera objetiva permiten tomar decisiones informadas que mitiguen los riesgos para la salud pública y que permitan demostrar ausencia de enfermedad, infección o peligros alimenticios; 2) la intervención como el proceso de medidas dirigidas a mitigar la enfermedad de manera ejecutoria, es decir, la vigilancia informa las decisiones que se deben tomar sobre la naturaleza y el alcance de las intervenciones, o los cambios que se deben realizar en las intervenciones existentes, a la luz de la nueva información. De esta forma, más y mejor información de vigilancia facilita la intervención mediante objetivos definidos y oportunos (Howe *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 2013).

La discusión sobre la economía de la salud animal ha hecho parte de las nuevas orientaciones en investigación que parten de la necesidad de adoptar un enfoque de economía institucional, basando el análisis económico y epidemiológico sobre conceptos de la cadena de valor. Estas perspectivas se recomiendan para tener una visión integral de las implicaciones generadas a partir de los problemas de salud animal. La enfermedad animal tiene repercusiones negativas para el bienestar de las personas más allá de cada agricultor o criador de ganado; de esta forma, países y regiones enteras afectan el comercio internacional causando escasez de recursos derivados de los animales y por ende afectando la economía y el bienestar social a nivel local, regional y global (Howe *et al.*, 2013; Rich y Perry, 2011).

Conclusiones

Los desastres naturales y los cambios rápidos en los sistemas de producción de ganado generan consecuencias para la salud local y global, asociados con un mayor riesgo de aparición de enfermedades zoonóticas cuya tasa futura de aparición o reaparición posiblemente estará vinculada con la evolución de la agricultura y los cambios en el ambiente; sin embargo, la capacidad para predecir, prevenir y responder a la presencia de enfermedades zoonóticas se puede aumentar a partir de la investigación interdisciplinar que aborde adecuadamente la complejidad e interrelación de los aspectos ambientales, biológicos, económicos y sociales de la ocurrencia de patógenos.

El trabajo multi e interdisciplinar permite tener una visión integral de la salud humana, animal y ambiental, generando un análisis de los riesgos ocasionados frente a las enfermedades zoonóticas para obtener información sobre la complejidad de los entornos de riesgo que pueda dar respuesta, desde diferentes niveles de análisis, al problema de salud, identificando opciones de política para la gestión de riesgos y beneficios sociales y económicos que reflejen bienestar y mejor calidad de vida para la población humana y animal.

Una de las aplicaciones más importantes de la integración de la economía y la epidemiología es la orientación y el apoyo que se puede brindar a los responsables de formular y aplicar políticas en salud, debido a un mayor y mejor acceso a la información sobre la cual deben basar sus decisiones, haciendo más eficiente la asignación de recursos para mejorar la salud animal y, por consiguiente, el bienestar humano, económico y social.

La epidemiología y la economía veterinaria desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de políticas y estrategias para mejorar la salud de los animales; sin embargo, es primordial aprovechar la colaboración entre veterinarios y economistas agrícolas para potenciar el impacto que sobre las políticas y las estrategias de control y manejo de las enfermedades de los animales tienen estas disciplinas, especialmente en los países en vía de desarrollo.

Referencias

- Brundtland, G. H. (2002). Salud y desarrollo sostenible. *Información Comercial Española*, 800, 173-179.
- Gilchrist, M., Greko, C., Wallinga, D., Beran, G., Riley, D. y Thorne, P. (2007). The potential role of concentrated animal feeding operations in infectious disease epidemics and antibiotic resistance. *Environmental Health Perspectives*, 115(2), 313-316.
- Häsler, B., Howe, K. S. y Stärk, K. D. C. (2011). Conceptualising the technical relationship of animal disease surveillance to intervention and mitigation as a basis for economic analysis. *BMC Health Services Research*, 11(1), 225. doi: 10.1186/1472-6963-11-225
- Howe, K. S., Häsler, B. y Stärk, K. D. (2013). Economic principles for resource allocation decisions at national level to mitigate the effects of disease in farm animal populations. *Epidemiology & Infection*, 141(1), 91-101. doi: 10.1017

- James, A. (2005). The state of veterinary epidemiology and economics. *Preventive Veterinary Medicine*, 67 (2-3), 91-99.
- Jones, B., Grace, D., Kock, R., Alonso, S., Rushton, J., Said, M. Y., McKeever, D., Mutua, F., Young, J., McDermott, J. y Pfeiffer, D. U. (2013). Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proceedings of the National Academy of Science*, 110(21), 8399-8404. doi: 10.1073
- Kates, R. W. *et al.* (2001). Sustainability Science. *Science*, 292(5517), 641-642.
- King, L. J. (2004). *Enfermedades zoonóticas emergentes y reemergentes: desafíos y oportunidades*. Documento procedente de la 72 Sesión general, Comité Internacional OIE. París 2004. Recuperado de <http://www.oie.int/doc/ged/D696.PDF>
- Kirk, R. W. y Bonagura, J. D. (1994). *Terapéutica veterinaria de pequeños animales*. Nueva York: Interamericana-McGraw-Hill.
- Leibler, J. H., Carone, M. y Silbergeld, E. K. (2010). Contribution of company affiliation and social contacts to risk estimates of between-farm transmission of avian influenza. *PLoS ONE*, 5(3), e9888.
- Liverani, M. *et al.* (2013). Understanding and managing zoonotic risk in the new livestock industries. *Environment Health Perspectives* 121(8), 873-877.
- Narrod, C., Zinsstag, J. y Tiongco, M. (2012). A one health framework for estimating the economic costs of zoonotic diseases on society. *Ecohealth*, 9(2), 150-162.
- Perry, B., McDermott, J. y Randolph, T. (2001). Can epidemiology and economics make a meaningful contribution to national animal-disease control? *Preventive Veterinary Medicine*, 48(4), 231-260.
- Rich, K. M. y Perry, B. D. (2011). The economic and poverty impacts of animal diseases in developing countries: New roles, new demands for economics and epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine*, 101, 133-147.
- Woods, A. (2011). A historical synopsis of farm animal disease and public policy in twentieth century Britain. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 366(1573), 1943-1954.

El cuerpo de texto del libro
Agrociencias en contexto
está compuesto en tipos Constantia 10,5/13,7.

Esta obra se imprimió en los talleres de
CMYK Diseño e Impresos SAS

Con un tiraje de 300 ejemplares.
Universidad de La Salle
Bogotá, Colombia
Junio de 2016