

## ANÁLISIS EXPLORATORIO HACIA LA COMPRESIÓN DE EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL RIEGO EN EL ECUADOR

ANTONIO GAYBOR TOBAR

*Universidad Central del Ecuador*

Recepción de manuscrito: 17 de septiembre de 2018

Aceptación versión final: 26 de octubre de 2018

**RESUMEN** Se busca explorar de manera descriptiva las principales características de la información sobre los sistemas de riego en el Ecuador y realizar, a partir de ella, un análisis crítico de la eficiencia e incorporación de tecnología en los mismos. Para cumplir con este objetivo se evalúan cuatro temas: el primero es la información existente, sus fuentes y resultados; el segundo consiste en un análisis de las nociones de eficiencia en el riego y se abordan algunas puntualizaciones a partir de la información disponible. En un tercer bloque se realiza una descripción y análisis de la inversión pública en riego con una breve sinopsis histórica y una caracterización detallada de la inversión, tanto del gobierno central como de los gobiernos provinciales durante los últimos años. Finalmente se realiza una evaluación de las características de los principales insumos para riego importados al país.

**PALABRAS CLAVE** Agricultura, riego, tecnología, sistemas de riego, desarrollo rural, políticas de irrigación.

**ABSTRACT** The aim of this paper is to explore descriptively the main characteristics of the information on irrigation systems in Ecuador and, based on it, a critical analysis of the efficiency and incorporation of technology in them. To meet this objective, four themes are evaluated: the first is the existing information on its sources and results; The second consists of an analysis of the notions of efficiency in irrigation and some points are addressed based on the information available. In a third block, a description and analysis of public investment in irrigation is made with a brief historical synopsis and a detailed characterization of the investment, both from the central government and from the Provincial Governments during the last years. Finally, an evaluation is made of the characteristics of the main inputs for irrigation imported by Ecuador.

**KEYWORDS** Agriculture, irrigation, technology, irrigation systems, rural development, irrigation policies.

**JEL CODES** Q15, Q16 y Q17.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El riego ha sido la base del sustento alimentario de los grandes conglomerados humanos desde tiempos inmemoriales y lo sigue siendo en la actualidad. Desde el norte de la China hasta las

planicies secas de Norteamérica; del África Subsahariana hasta las praderas de la India, el riego ha permitido crecer la producción de alimentos en grado suficiente como para abastecer la demanda mundial de alimentos. Solamente en Asia se encuentra más del 60% del área regada del mundo (Cantrell, 2004) y si bien se espera que las áreas bajo riego sigan expandiéndose, es cada vez más notorio que estamos llegando a un límite en el cual el crecimiento horizontal de la agricultura bajo riego será cada vez menor (Molden, 2012). Sin riego, no hubiera sido posible sostener el crecimiento de la demanda de alimentos y bebidas que ha ocurrido en el mundo desde mediados del siglo anterior. Una demanda de alimentos y bebidas que crece debido al incremento simultáneo del tamaño de la población y del consumo per cápita de alimentos cada vez más industrializados.

En Sudamérica se han identificado evidencias de sistemas de irrigación datadas hace más de tres mil años. En el Ecuador, gracias los interesantes trabajos de Thierry Ruf (1991 y 1994) y Gregory Knapp (1992), se conoce de la existencia de los llamados camellones y albarradas que permitieron alimentar a las tempranas poblaciones de la cultura Tolita. También en los asentamientos alrededor de la cuenca del río Guayas y, además, se tiene constancia de la existencia de sistemas utilizados por los incas en los Andes que estaban en funcionamiento cuando arribaron los europeos, siendo, muchos de ellos, la base de sistemas utilizados en la actualidad.

El Ecuador es el país más densamente poblado en América del Sur, actualmente tiene un promedio de 70 habitantes por kilómetro cuadrado (INEC, 2017) y se estima que la población podría duplicarse en los próximos 30 años. El crecimiento de las ciudades y la expansión de la frontera agrícola representan un enorme reto para el campo, que implica, por un lado, mantener el crecimiento de la oferta de alimentos, y por otro, conservar los últimos remanentes de bosques y cuencas hidrográficas. Si bien no se cuenta con información exacta, los datos oficiales muestran que el país ha mantenido el total de la superficie dedicada a labores agropecuarias sin mayores cambios desde hace más de 20 años (ver la encuesta ESPAC del INEC; años 2002, 2007, 2011, 2014). De hecho, cuando la superficie total sembrada de cultivos permanentes y transitorios alcanzó su máximo histórico en 2011 —2.941.173 hectáreas—, la diferencia respecto al año 2002 fue de aproximadamente 220.000 hectáreas, lo cual representa menos del 8% de incremento en 9 años. Este relativo estancamiento en la ocupación del territorio es una evidencia palpable de que, principalmente en las regiones Costa y la Sierra, la expansión horizontal de la frontera agropecuaria alcanzó un límite físico desde hace tiempo. Cabe anotar que si bien las variaciones pueden parecer mínimas, pero significan doscientas mil hectáreas que probablemente se extendieron a zonas ambientalmente vulnerables.

La relativamente alta densidad poblacional y el límite de la frontera agropecuaria no son los únicos grandes retos agrarios del Ecuador, también se debe tener en cuenta la sostenibilidad hidrológica de los ecosistemas. La agricultura de riego necesita de más agua para producir más alimentos y también se necesita de más agua para sostener el crecimiento de las ciudades y de las industrias (FAO, 2011). Esto puede observarse en la evolución del caudal autorizado para riego por la SENAGUA, que muestra que en 2005 se concesionaron a nivel nacional 425.000 litros por segundo (l/s); en el 2010, fueron 520.000 y en 2018 se alcanzaron los 584.000 l/s, lo que significa un casi un 40% de incremento en el caudal autorizado en trece años. Estos datos permiten ver que la demanda por agua ha crecido bastante más rápido que la superficie

agrícola, lo cual podría ser una evidencia del importante rol que tuvo el riego en las últimas décadas para sostener el crecimiento de la producción en prácticamente la misma superficie.

El incremento de la demanda de agua para riego significa un reto particularmente complejo en un contexto ambiental de deterioro de los recursos naturales y de procesos acelerados de erosión y desertificación de los suelos. Si bien no se han realizado levantamientos de información o modelamientos que permitan conocerlo con exactitud, se estima que la superficie de zonas susceptibles a la desertificación en el Ecuador continental es de 5,7 millones de hectáreas, correspondientes al 23% del territorio del país y que la erosión amenaza al 47% de su territorio (Segarra, 2014). La desertificación es una amenaza real para la sostenibilidad del uso del agua en el largo plazo que afecta a casi todas las provincias serranas, principalmente en las zonas de páramo, y en gran parte de la franja costera de Manabí, Guayas, Santa Elena y El Oro (Morales, 2010). Los sistemas hidrográficos de Jama, Portoviejo y Jipijapa, en Manabí y los sistemas de Arenillas y Zapotal en el Golfo de Guayaquil han sido identificados como las zonas de mayor déficit hídrico en el país (Campos *et al.*, 2014). Lamentablemente, en el día a día de los sistemas de riego y en las políticas públicas agropecuarias, se tiende a omitir las posibles secuelas de este fenómeno en los próximos años.

A pesar de que la sequía es una realidad en muchas zonas, el Ecuador es un país rico en cuanto a recursos hídricos en relación al resto de países latinoamericanos. Sin embargo, tiene una distribución temporal y espacial de la lluvia poco uniforme, lo cual explica parcialmente los pronunciados ciclos de sequía y e inundación que caracterizan a los sistemas fluviales, especialmente de la Costa (FAO, 2000). Estimaciones muestran que la disponibilidad de agua por habitante en la vertiente del Pacífico es superior a 4,8 mil m<sup>3</sup>/habitante por año y en la vertiente amazónica alcanza los 170.000 (Campos *et al.*, 2014); valores que están muy por encima del estándar internacional de 1,7 mil m<sup>3</sup>/hab./año.

Un riego adecuado incrementa los rendimientos agrícolas, el empleo y los ingresos rurales, disminuye el riesgo asociado a los cultivos, incrementa las posibilidades de diversificar la producción y además mejora el precio de los suelos (Molden, 2012). Sin embargo, esta relativa riqueza hídrica del país —tal vez— ha provocado una respuesta demorada por parte de la sociedad y del Estado. Según datos oficiales, el riego agrícola representa el 82% del agua concesionada para uso consuntivo y si bien el riego bien manejado mejora la eficiencia, no se tiene certeza de que el agua se maneje siempre con criterios técnicos y por el contrario se tienen evidencias de desperdicio, contaminación y uso informal del agua (ver Foro de los Recursos Hídricos, 2018).

Los primeros cultivos que lograron incorporar riego tecnificado en el Ecuador fueron los de agroexportación, específicamente el banano después del primer *boom*. Desde entonces, el riego se convirtió en un requisito indispensable para plantaciones agrícolas orientadas al mercado externo —como las flores, el brócoli y otras frutas— y su uso se ha ido extendiendo también a cultivos orientados al consumo interno como el arroz, el maíz y la papa. Tal como muestra Gaybor (2008), a partir de información del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), los productos considerados de agricultura familiar como las hortalizas, legumbres y gramíneas, así como el cacao y café; han evidenciado menores niveles de incorporación de tecnología de irrigación.

## LA NOCIÓN DE EFICIENCIA EN EL RIEGO

Uno de los errores más comunes es creer que la eficiencia del riego es una función directa de la disponibilidad, en cantidad o calidad, de los equipos de riego en finca. Si bien el acceso a la tecnología es fundamental para mejorar la eficiencia, el riego es mucho más complejo porque no obedece solamente a procesos mecánicos, sino también a las dinámicas de sistemas ambientales, sociales, económicos y culturales. De hecho, estudiosos del tema, como Rutgerd Boelens (2012), consideran que las categorías y conceptos de eficiencia del riego no son solamente variables útiles para la medición de relaciones entre cosas, sino principalmente para evaluar la calidad de las relaciones entre personas.

La construcción del discurso de eficiencia utilizado para el diseño de políticas tiende a tratar la aplicación de tecnologías de riego como una fuerza neutral con la suficiente capacidad de solucionar el problema de la eficiencia por sí misma, ocultando el hecho de que el desarrollo tecnológico es el resultado histórico de relaciones sociales y de poder. Los datos recolectados en la sección tercera muestran que, tanto en el pasado como en la actualidad, la mayor parte del presupuesto destinado a riego se dirige a empresas constructoras contratistas, así como hacia importaciones de equipos y tecnología de irrigación.

A decir de Boelens, en el momento de llevar a cabo proyectos en el sector agropecuario los políticos, extensionistas o ingenieros traen consigo un discurso que tiene la fuerza de un juicio normativo que muchas veces desprecia y minimiza las prácticas campesinas, no solamente en el ámbito de la producción, sino también de la cultura y la moral. Estos discursos parecen estar incorporados a lo que M. Foucault definió como *artefactos tecnológicos* con la capacidad de construir y redefinir las nociones de lo que es bueno o malo, eficiente o ineficiente. La promesa tecnológica trae consigo nuevas definiciones de lo que es técnicamente superior o inferior, de lo que es correcto e incorrecto, por lo que ejercen influencia en la creación de alianzas sociales y económicas y en el diseño de marcos normativos e institucionales.

Existen muchos grupos de agricultores de la región Andina que han diseñado y desarrollado sistemas de riego que, sin descuidar la eficiencia física, agrícola y económica en el uso del agua, han logrado privilegiar racionalidades sociales y humanas así como al establecimiento de relaciones de confianza con el fin de sostener las complejas estructuras de control social que exige la administración de los sistemas de riego. El mejoramiento de la eficiencia del riego no tiene que ver solamente con la adquisición de equipos y tecnología importada o con la construcción de grandes plataformas de cemento. Por el contrario, lo que se requiere principalmente es organización. Para que los sistemas puedan funcionar, los regantes deben reunirse, conversar y llegar a los acuerdos necesarios para la administración y operación de los sistemas así como también definir mecanismos de transparencia y evaluación; además, ofrecer sistemas de turnos flexibles a cada caso, dar solución inmediata a problemas técnicos entre otras cosas. Tal como Boelens y Apollin muestran en sus estudios, las comunidades deciden conscientemente otorgar menos importancia a la eficiencia técnica o económica del agua que la que confieren a los acuerdos comunitarios y al sentido humanitario, lo cual para ojos externos puede ser una opción irracional, pero que en realidad permite mantener el dinamismo interno del colectivo humano alrededor del agua.

#### MÉTODO

Se propone un análisis y exploración de tipo descriptivo acerca de la información existente de los sistemas de riego a nivel nacional y provincial que permita conocer y contrastar la información y para la toma de decisiones. Para cumplir con este objetivo se propone el análisis las características principales del riego en el Ecuador a través de la observación y medición de sus elementos. La información que nos proporciona el análisis descriptivo será obtenida a partir de las siguientes variables, fuentes de información y resultados (ver Tabla 1).

#### LA INFORMACIÓN SOBRE RIEGO EN EL ECUADOR

Una de las principales limitaciones al momento de analizar la problemática del riego en el Ecuador es la ausencia de información precisa sobre las características y situación de los sistemas de irrigación y del riego individual. Los datos existentes no permiten todavía conocer con precisión variables esenciales para la toma de decisiones como son el caudal disponible, la superficie regable y la efectivamente regada, el número de beneficiarios; así como tampoco se puede confiar plenamente en la información disponible sobre la eficiencia en el uso del agua o a los niveles de incorporación de tecnologías en los sistemas de irrigación.

La información oficial proviene básicamente de tres fuentes: la primera es la correspondiente a los registros de las autorizaciones —o concesiones— de usos de agua que otorga la SENAGUA, la cual incorpora algunas variables relevantes para el análisis a partir de datos proporcionadas por los aplicantes a las autorizaciones de uso y que son posteriormente verificados en campo por personal técnico de la Secretaría del Agua. A pesar que unos cuantos resultados de esta base de datos han sido publicados y presentados en diversos espacios especializados en riego, la información no ha sido publicada, lo cual constituye un serio obstáculo para la investigación en el tema.

La segunda fuente es bastante nueva y, por lo tanto, menos analizada que la anterior; aunque en este caso sí es pública. El Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados,<sup>1</sup> es llevado a cabo por el INEC y proporciona información estadística sobre la gestión, rectoría y planificación de los GAD provinciales en temas de gestión ambiental, fomento y desarrollo productivo, riego y drenaje, gestión de riesgos, ingresos y gastos, entre otros temas. Consiste en una «investigación dirigida a los 221 municipios y 24 gobiernos provinciales del país, con la finalidad de generar información ambiental para la elaboración de indicadores ambientales en temas de gestión ambiental, manejo de residuos sólidos, uso del recurso agua, tratamiento de aguas residuales, gastos e inversión en gestión ambiental» (INEC, 2017). En el caso del capítulo de Riego y Drenaje, el INEC preparó un formulario digital que fue llenado y revisado por técnicos de la dirección de Riego y Drenaje de cada GAD provincial, luego este formulario fue revisado por el INEC. Se cuenta con resultados del censo para los años 2016 y 2017. Cabe anotar que este censo incorpora datos sobre el riego realizado en el marco de un «sistema», es decir, no incluye el riego individual que se realiza directamente a partir de la fuente de agua y que constituye, según los datos de Senagua y del CNRH, la forma más común de riego.

Finalmente, una tercera fuente de información, y que ha sido tal vez la más utilizada para la gestión pública, es el Plan Nacional de Riego y Drenaje que fue publicado por el MAGAP en 2013. Este plan es el resultado de un intenso proceso de investigación en campo realizado por las instituciones colaboradoras, principalmente ONG y las comunidades de regantes. Gran parte de los resultados sobre riego publicados en este plan fueron obtenidos a partir de los datos que en su momento generó el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), datos que, desde hace varios años, ya no están disponibles al público. Por lo tanto, la información proveniente de esta fuente no es, a diferencia de las dos anteriores, una base de datos, sino más bien un resumen de la información histórica sobre riego que estaba disponible entonces.

Los datos de la SENAGUA —obtenidos a partir de las autorizaciones de uso del agua— son los únicos existentes sobre cobertura territorial del riego a nivel nacional y también los únicos que incluyen a todos los tipos de sistemas. Los mismos muestran un crecimiento significativo de la superficie bajo riego a lo largo del tiempo: es así que, en 2005, el área regada bajo autorizaciones fue estimado en 887.000 ha,<sup>2</sup> en 2010 sobrepasó por primera vez el millón de hectáreas y alcanzó las 1.191.000 ha en 2018. Según esta fuente, al 2018 las provincias con mayor área bajo riego son Guayas —que tiene 260.000 ha repartidas en un total de 9 sistemas—, Chimborazo —4 sistemas de 124.000 ha— y Pichincha — 107.000 ha—. De esta superficie, el 22% correspondería a sistemas de riego públicos, el 40% a sistemas comunitarios y el 38% restante a autorizaciones para riego privado. En el PNRD (2013) se incluye una estimación del uso irregular del agua que añadiría aproximadamente 350.000 ha a la superficie bajo riego a nivel nacional.

En cierta medida, la inexactitud de las cifras podría deberse a la alta complejidad inherente al mundo del riego; en la cual se entrecruzan las cambiantes condiciones hidrológicas del país, con los intrincados sistemas de producción agropecuaria y tenencia de la tierra. Por ejemplo, es muy difícil resumir en un solo dato el comportamiento anual del caudal de un determinado ojo de agua, porque este tiende a variar según los ciclos estacionales. Tampoco es fácil conocer a ciencia cierta quienes se benefician del agua para regar sus cultivos y tampoco cuánta agua estos efectivamente utilizan en un determinado período de tiempo. Por supuesto, es posible realizar estimaciones que resuman estos datos, pero de todas formas es siempre necesario llevar a cabo metodologías de levantamiento intensivos trabajo de campo y georeferenciación.

#### LA INFORMACIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DE RIEGO PÚBLICOS

Al observar los resultados de las bases de datos oficiales, se pueden identificar diferencias bastante significativas; incluso en las variables aparentemente más sencillas de obtener como, por ejemplo, el número de sistemas de riego público por provincia: según el inventario de la SENAGUA, existen 76 sistemas de riego públicos a nivel nacional, de los cuales, cuarenta y tres — es decir, el 57%— estarían siendo administrados actualmente por los regantes; y de los restantes, 18 están siendo administrados por los gobiernos locales provinciales; el resto estaría en manos de otras instituciones estatales. Los sistemas públicos de la Sierra son mayores en número —lo que significa más del 72% del total—, pero generalmente menores en extensión respecto a los de la Costa.

Tabla 1. Resumen de variables, fuentes y resultados

Variable 1: La información sobre riego en el Ecuador		
Características analizadas	Fuentes de información	Resultados
Densidad poblacional, situación hidrológica, problemas ambientales, tipos de sistemas de riego, número de sistemas y superficie, superficie regable y superficie efectivamente regada, número de beneficiarios, caudal concesionado, estructura de tenencia de la tierra, tipos de cultivo bajo riego.	<p>Base de Datos sobre concesiones de agua SENAGUA, años 2008, 2010, 2018. (Hasta la fecha esta base no ha sido publicada en la web).</p> <p>Base de datos y presentación de los resultados del Censo de Información Ambiental Económica (CIAE) en GAD Provinciales, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015 y 2016.</p> <p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP)- Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD), 2012-2027; documento final y los respectivos documentos técnicos de respaldo.</p> <p>Censo Nacional Agropecuario, 2000. (CNA, 2001)</p> <p>Publicaciones científicas y documentos científicos sobre el tema</p> <p>Entrevistas y visitas de campo</p>	<p>Análisis descriptivo de la información disponible.</p> <p>Anotación de posibles incongruencias en la información existente.</p>
Variable 2: La eficiencia de los sistemas de riego		
Características analizadas	Fuentes de información	Resultados
Porcentaje de la superficie efectivamente regada que cuenta con riego presurizado.	<p>Las mismas del objetivo anterior</p> <p>Publicaciones científicas y documentos científicos sobre el tema</p>	<p>Análisis descriptivo de la eficiencia en el riego según tipo de sistema</p>
Variable 3: La inversión pública en riego		
Características analizadas	Fuentes de información	Resultados
<p>Descripción histórica de la inversión en riego</p> <p>La inversión del Estado central en riego</p> <p>La inversión de los GAD en riego</p>	<p>CIAE, 2015 y 2016-INEC PNRD, 2012-2027-MAGAP</p> <p>Publicaciones científicas y documentos científicos sobre el tema</p> <p>Entrevistas y visitas de campo</p>	<p>Caracterización de la inversión estatal en riego</p>
Variable 4: Importación de equipos de riego		
Valores CIF de partidas de importación relacionadas con equipos e implementos de riego	BCE-Datos de importaciones según código CIU, a diez dígitos, 2013-2017.	Caracterización de inversión en riego
Tasas arancelarias		
Estimación de hectáreas cubiertas por año		

Fuente: autor.

La información presentada a partir del Censo Ambiental del INEC (2016) es muy diferente: se contabilizan 124 sistemas públicos a nivel nacional; de los cuales, solamente 20, es decir, menos del 18%, estarían siendo administrados por los usuarios. Los datos sobre número de sistemas son los que generan mayores dudas acerca de la precisión de esta base de datos y sobre la manera en la que se conceptualizaron los sistemas de riego. Por ejemplo, mientras la SENAGUA identifica únicamente tres sistemas en la provincia de Bolívar, correspondientes a los sistemas: San Lorenzo, Vinchoa y Santa Fe; el INEC contabilizó 49 sistemas públicos administrados por los usuarios, lo cual es difícil de explicar incluso suponiendo que la metodología del INEC tratase a los diferentes ramales de cada sistema como si fuesen sistemas individuales. Otro ejemplo, en el caso de la provincia del Carchi, la SENAGUA identifica 4 sistemas públicos correspondientes a Alor, Monteolivo, San Vicente y Montúfar; mientras que el INEC identifica 11 sistemas sin mencionar sus nombres ni ubicación. En el resto de provincias las diferencias entre las dos bases de datos son menores, pero también, bastante llamativas.

En cuanto a la superficie bajo riego de los sistemas públicos, si se mira solamente en los datos nacionales, parecería que no hubiera resultados tan disímiles entre las dos fuentes. Según la información proporcionada por los GAD-P al INEC, a nivel nacional, los sistemas de riego público tendrían un área potencialmente regable que alcanzaría las 206.000 ha y una capacidad de cubrir efectivamente la demanda de 154.000 ha de cultivo; mientras que los datos de SENAGUA para sistemas públicos, definen el área regable y el área efectivamente regada en 266.000 y 162.000 ha respectivamente; con lo cual la diferencia es aparentemente mínima. Sin embargo, al observar la información a nivel provincial, se pueden observar notorias diferencias; por ejemplo, en Guayas, el censo a los GAD-P identifica 20.000 ha de superficie efectivamente regada, un valor que no representa ni la mitad de las 44.000 ha estimadas a partir de las autorizaciones de la SENAGUA. En Cañar ocurre lo inverso, los GAD-P calculan 21.000 ha mientras los cálculos de SENAGUA apenas superan las 1500 hectáreas.

Estas diferencias son particularmente importantes al momento de estimar la tasa efectiva de riego de los sistemas públicos —superficie regable/superficie regada— a nivel nacional y provincial.<sup>3</sup> Pero si no se cuenta con datos confiables sobre las dos variables, el valor de un coeficiente de este tipo será poco significativo. En todo caso, se puede tener como referencia que las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha muestran tasas relativamente mayores en cuanto al porcentaje de riego efectivo que el resto de provincias en las dos fuentes consultadas —todas por encima del 75%—. Cabe señalar que este tipo de indicadores tiene mayor valor si es calculado según sistema y que los datos de este tipo a nivel provincial son meramente indicativos.

#### LO QUE SABEMOS SOBRE LOS SISTEMAS COMUNITARIOS Y EL RIEGO PRIVADO

La mayor parte de sistemas de riego comunitario se encuentran en la región Andina y proveen de agua principalmente a cultivos como la papa, el maíz, el fréjol, los chochos, frutas, hortalizas, entre otros, y también a los pastos para ganado lechero. Gran parte de estos sistemas tiene su origen en los tiempos de la hacienda y han sido construidos por los propios regantes a través de mingas comunitarias durante años de trabajo. La mayor parte de la infraestructura comunitaria beneficia a predios de pequeño tamaño —menos de 1 ha en promedio— y, en general, no poseen las mayores ventajas técnicas. Por el contrario, están ubicadas en zonas montañosas de alta pendiente, con casos repetidos de erosión del suelo y bajos niveles de fertilidad (Larrea y Román, 2010). Según estos autores, los campesinos que se dedican a la agricultura de subsistencia viven por lo general en condiciones precarias y trabajan en parcelas cada vez más pequeñas —minifundización—, lo que les obliga a trabajar complementariamente en otras fincas más productivas o en las ciudades.

Una parte importante de la infraestructura comunitaria existente se encuentra en malas condiciones e incompleta. En general, los sistemas comunitarios tienen una deficitaria infraestructura de captación, conducción y regulación del agua; con bocatomas rústicas y canales excavados, sin capacidad de regulación ni de almacenamiento; se utilizan métodos de riego por gravedad, principalmente por surco o melgas, lo cual provoca altas pérdidas de agua (Larrea y Román, 2010). A pesar de esto, es una realidad que la agricultura bajo riego ha mejorado considerablemente en las últimas décadas y los sistemas comunitarios no son la excepción. Estos

sistemas han contribuido a la diversificación productiva del campo ecuatoriano y que demuestran una mayor capacidad que los sistemas públicos y también privados a la hora de generar empleo e ingresos netos por hectárea (Gaybor, 2018). Según Larrea (2013), esto ocurre en especial en los cultivos de hortalizas, raíces y tubérculos y en los de suelos inclinados que son regados con curvas de nivel y fajas.

Los datos sobre la superficie total de los sistemas comunitarios tampoco pueden ser establecidos con exactitud, aunque, en este caso, los resultados presentados por las fuentes consultadas no son tan distantes. Según los datos del Plan Nacional de Riego y Drenaje, la superficie bajo riego comunitario es de 466.000 ha; de las cuales se regarían efectivamente solamente 162.000, lo cual implica solamente un 50% de cobertura efectiva. Por otro lado, los datos del censo del INEC/GAD-P son considerablemente menores: la superficie cubierta tendría 339.000 ha, mientras que el área regada efectivamente es de 196.000 hectáreas. Esto significaría que el 75% de la superficie cubierta está siendo efectivamente regada, valor considerablemente más alto que el del PNRD. Sin embargo, el número de beneficiarios de los sistemas sí es significativamente distinto entre las dos fuentes, las cuales muestran una diferencia de 100.000 familias. En el PNRD se cuenta con un dato a nivel nacional de 300.000 familias y, en cambio, en el censo, cuya información está desglosada a nivel provincial, se cuentan 200.000 familias repartidas en 2715 sistemas.

Respecto al riego privado, la información es escasa y aún más difusa que la disponible en los sistemas comunitarios y públicos; la mayor parte del agua utilizada para riego privado se realiza mediante captaciones directas de la fuente: según el estudio realizado por Galarrága Sánchez (2000), a partir de información del CNRH, el riego privado constituía aproximadamente el 83% del área regada en ese entonces, cubriendo 460.000 hectáreas, de las cuales se estimaba que 220.000 ha estaban en la Costa. Según el mismo estudio, algunas fincas cuentan con importantes obras de infraestructura que servían a un solo usuario y otros llegaban a beneficiar hasta a mil.

El censo ambiental incluye información sobre «sistemas de riego privados», es decir, no muestra información sobre riego privado en sentido estricto. Sin embargo, da cuenta de la existencia de 859 sistemas que son conocidos por los GAD provinciales a nivel nacional. Éstos son en su mayoría sistemas pequeños y están ubicados solamente en provincias de la Sierra central y norte. En las provincias serranas que reportaron información, se contabilizan más de 800 sistemas que benefician a 1684 personas y cubren una superficie de 40.000 hectáreas. Como es evidente, este dato subestima ampliamente incluso la superficie bajo riego privado en el año 2000.

#### LA EFICIENCIA DEL RIEGO EN EL ECUADOR

El riego, en caso de ser bien implementado, puede optimizar considerablemente el uso del caudal disponible y mejorar la productividad del agua y de la tierra. Los incrementos en la productividad se traducen en mayores ingresos agrícolas —porque permiten incrementar el número anual de cosechas y el volumen de producto por hectárea— e incremento del empleo e ingresos rurales. A su vez, la existencia de tecnología para riego permite un acceso más equitativo

al agua, lo cual reduce la conflictividad y obliga a los regantes a preocuparse más por el manejo sustentable de las fuentes de agua y de las cuencas hidrográficas.

La existencia de un sistema de riego incentiva a los productores a realizar nuevas inversiones para el mejoramiento de la producción en finca como, por ejemplo, el mejoramiento y acondicionamiento de los suelos, mejoramiento en la calidad de la semilla y calidad del producto. En el futuro, a nivel mundial la mayor parte del incremento de la producción se deberá a la intensificación de la producción en las áreas actualmente regadas, el mejoramiento de la productividad del agua, de la tierra y del trabajo y la implementación de formas intensivas de cultivo. En muchos países del Tercer Mundo, los acelerados procesos de urbanización y globalización están provocando el reemplazo de los cultivos tradicionales por cultivos de mayor costo unitario como son las frutas o vegetales. Todo esto implica considerables inversiones en mejoramiento y adaptación de los equipos (Molden, 2007). A su vez, el riego facilita la movilidad de cultivos, lo cual permite al agricultor adaptarse con más velocidad a los constantes cambios en la demanda y a cambios tecnológicos como la producción orgánica, por ejemplo.

En el Ecuador, actualmente no se cuenta con información que permita evaluar detalladamente cómo ha evolucionado la tecnificación de los sistemas de riego. En base a lo visto anteriormente, tal vez el dato más confiable con el que se cuenta para aproximarnos a situación de la eficiencia de riego a nivel nacional, es la relación entre el área efectivamente regada y la superficie potencial —el área por debajo de la bocatoma—. Se estima que el porcentaje del área efectivamente regada es del 63%; mientras que en los sistemas públicos y comunitarios sería de 61% y 50% respectivamente (PNRD, 2013). En contraste, el PNRD contempla que el riego privado, concentrado principalmente en la Costa y destinado principalmente a la agroexportación, alcanzaría niveles de cobertura de hasta el 78%. Como se anotó anteriormente respecto con que este tipo de indicadores agregados son meramente indicativos, la única manera de aproximarse a la realidad es tomando al «sistema» como unidad de análisis y realizando intensos trabajos de campo con recorridos y participación de las comunidades.

Tomando en cuenta las diferencias en los datos detalladas anteriormente, la lectura de los datos del censo ambiental del INEC, brinda algunas pistas interesantes sobre la incorporación del riego presurizado los sistemas públicos y comunitarios. Según esta información, solamente el 27% de las 450.000 hectáreas efectivamente regadas por sistemas públicos y comunitarios, utiliza tecnologías para riego distintas a la gravedad.

En total, según la misma fuente, la superficie regada con sistemas de presión alcanzaría las 120.000 hectáreas; de las cuales aproximadamente el 90% sería riego con aspersión y lo restante: goteo y microaspersión. La mayor parte del área con riego a presión —60.000 ha— corresponde a los sistemas comunitarios. Más de la mitad de los sistemas de este tipo tendrían niveles muy bajos de incorporación tecnológica que no superan ni el 10% del área efectivamente regada; o lo que es lo mismo, que riegan más del 90% de su superficie por gravedad o inundación.

Tal vez la principal limitación para la generalización del mejoramiento tecnológico del riego son los altos costos de inversión que éste supone: según la FAO (1997), del análisis de los 35 proyectos construidos por el proyecto INERHI, el costo medio extrapredial por hectárea regada osciló entre USD 2052 y USD 3711. Los retornos producidos por la actividad agropecuaria

no son suficientes para costear en el corto plazo la inversión en mejoramiento de la tecnología de riego y una parte importante de las inversiones se orienta hacia insumos importados. Por ello, la mayor parte del área regada existente ha sido construida con el apoyo del Estado y de fondos provenientes de la cooperación internacional.

### LA INVERSIÓN PÚBLICA EN RIEGO

Es necesario invertir en riego porque existe necesidad obvia de preservar y modernizar la infraestructura existente y realizar nuevas inversiones. La multitud de elementos que componen el riego, desde la bocatoma hasta la planta, tienen diferentes ciclos de vida. Por ejemplo, un canal construido con hierro y cemento con el adecuado mantenimiento tendrá una mayor duración de una tubería de plástico; pero la falla de una sola de las piezas puede afectar seriamente la producción de toda el área bajo riego, por lo que se requiere de una atención técnica rápida y una capacidad financiera sostenida para que los sistemas aseguren su sostenibilidad (Molden, 2007). Existe una enorme inversión en riego que ha sido realizada a lo largo de la historia, principalmente en los últimos 60 años, por parte de los agricultores y el Estado, la adecuada conservación, mantenimiento y mejoramiento de ese *stock* tecnológico existente es lo primero a lo que se deben orientar los esfuerzos.

El riego ha constituido históricamente el principal rubro de inversión respecto al presupuesto estatal para fomento agropecuario. Tradicionalmente, las políticas de riego privilegiaron el incremento del área irrigada a través de grandes inversiones en infraestructura que se realizaron, principalmente, en las zonas agroexportadoras de la Costa. La política de riego fuertemente centrada en el Estado tuvo su apogeo durante las dictaduras militares de los años 70. Desde entonces hasta la actualidad, dicha intervención se centra en la construcción de grandes sistemas cuya historia consiste en un recorrido desde el Daule-Peripa hasta el proyecto PHASES; en su momento, la inversión en infraestructura para riego llegó a representar el 12% de la deuda externa del país (Boelens, 2005; citado por Gutierrez, 2014). Si bien el modelo de desarrollo sufrió importantes cambios con el giro hacia las políticas de ajuste neoliberal, principalmente durante de la década de los 90, el riego no dejó de ser el principal rubro de inversión del Estado en el campo. Tras la supresión del INERHI en 1994, los recursos se canalizaron principalmente a través de las Corporaciones Regionales de Desarrollo (CRD), a las cuales se les otorgó las competencias para la ejecución de proyectos y otorgamiento de concesiones de agua. Para Zapatta y Gosselin (2005), un aspecto fundamental del llamado ajuste hídrico neoliberal iniciado a mediados de los años 80 fue el desplazamiento institucional que sufrió el sector agropecuario cuando las instituciones y los programas permanentes del Estado fueron paulatinamente sustituidos por proyectos financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o el Banco Mundial (BM).

Según Zapatta y Gosselin, este «ajuste hídrico» tuvo tres pilares fundamentales: el primero, fue el proceso descentralización de la gestión hídrica iniciada con la Ley de Desarrollo Agrario de 1994, que transformó los distritos de riego del INERHI en las CRD e intentó dar vía legal a la transferencia de ciertas competencias del Estado central hacia los consejos provinciales. Esto último no se pudo concretar por diversos motivos, principalmente políticos; y solo fue

retomado en la Ley de Reforma a la Ley de Aguas del 2004. El segundo pilar fue darle mayor importancia al rol de los actores privados, por un lado iniciando un proceso de transferencia de los sistemas estatales hacia la administración privada y comunitaria de los mismos; y, por otro lado, con la Constitución de 1998, se autorizó la delegación de concesiones para la administración privada de los sistemas de agua potable y saneamiento. El tercer eje fue la liberalización de los derechos de uso y aprovechamiento del agua mediante la inclusión de la figura de «derecho adquirido» y el principio de transferibilidad automática de los derechos de agua, lo cual dista mucho de modelos más extremos como el chileno, en el cual los derechos de agua y tierra se transan por separado. Tal como resalta Christine Recalt, el tema de la reforma agraria fue totalmente omitido en la normativa del ajuste hídrico.

Desde entonces hasta el año 2008, el CNRH enfrentó muchos problemas de orden administrativo, legal y político que dificultaron su accionar y que a la larga provocaron su disolución (Zapatta, 2012). En el año 2008, el CNRH fue reemplazado por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), institución del Ejecutivo creada con la finalidad de gestionar el agua a nivel de cuencas hidrográficas con competencias exclusivas de manejo y otorgamiento de concesiones de uso y aprovechamiento de agua. En el mismo año, también se conformó el Instituto Nacional de Riego (INAR) como entidad encargada de gestionar el riego a nivel nacional y de ejercer la rectoría en cuanto a políticas y normativas. Posteriormente, el INAR fue replanteado institucionalmente y pasó a formar parte del MAGAP con rango de subsecretaría (Subsecretaría de Riego y Drenaje).

Durante los últimos diez años se retomó la idea de regresar los apoyos estatales al agro, pero no se logró consolidar una estrategia que logre transformaciones concretas en el sector. Por el contrario, se insistió en la construcción de grandes megaproyectos implementados por el gobierno central. De hecho, a pesar que el Estado ha continuado realizando inversiones, no existe todavía una política agraria con enfoque claro y menos aún una estrategia para el desarrollo de las producción agropecuaria bajo riego.

El tema central es que los grandes proyectos de infraestructura funcionan como mecanismos de transferencia de recursos del Estado hacia empresas constructoras e importadoras de equipos, invirtiendo recursos que no tienen la capacidad de provocar un efecto multiplicador que transforme efectivamente las zonas intervenidas. En 2014, por ejemplo, se destinó a riego más del 60% del presupuesto del Ministerio de Agricultura del cual la mayor parte se invirtió en equipos, infraestructura y estudios MAGAP (2015).

#### LA INVERSIÓN DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS PROVINCIALES EN RIEGO

La Constitución del 2008 estableció —como parte del proceso de descentralización— la transferencia de competencias en riego a los Gobiernos Autónomos Provinciales. Dichas competencias se desarrollan en el artículo 10 de la Resolución 008 del CNC: «En todos los sistemas de riego y drenaje susceptibles de transferencia, y de conformidad con los modelos de gestión establecidos en la presente resolución, corresponde a los GADP el ejercicio de la rectoría, planificación, regulación y control local». Estas competencias comprenden la construcción de infraestructura, el diseño de la política pública local —de acuerdo al PNRD—, aprobar planes locales de riego y drenaje —de acuerdo al Código de Planificación y Finanzas Públicas y la Ley

de Participación Ciudadana—, elaborar la agenda local de competitividad, emitir y verificar normativa local de riego y drenaje y realizar seguimiento y evaluación de los planes y programas locales de riego. Adicionalmente, corresponde a los GAD-P el ejercicio de actividades de gestión en los diferentes tipos sistemas de riego y drenaje, lo cual incluye, además de hacer obras, el mantenerlas y operarlas, el planificar acciones, plantear políticas, en ciertos casos autónomamente y en otros mediante cogestión con los regantes y sus organizaciones.

La mayor parte de los gobiernos provinciales tienen poca experiencia en la administración de sistemas de riego y en la ejecución de proyectos. Sin embargo, las exigencias legales existentes les han obligado a constituir, en pocos años, unidades operativas especializadas para atender las competencias entregadas. En muchos casos, estos departamentos cuentan ya con profesionales formados en esta rama, con instalaciones y equipos topográficos así como software de apoyo a la gestión del riego. Sin embargo, según el Censo de Información Ambiental del INEC (2016), solo 9 de los 14 GAD con competencias en riego cuenta con sistemas automatizados de gestión de padrones de usuarios y solo 3 cuentan con instalaciones hidrometeorológicas. En la actualidad, la mayor parte de ellos cuenta con planes de riego o se encuentra en proceso de elaboración.

Según la información publicada por el INEC (2016), en promedio a nivel provincial, los GAD-P invierten el 67% de su presupuesto para el desarrollo productivo a la agricultura dentro de lo cual el riego es el rubro más importante. La inversión total programada en los dos años analizados fue de alrededor de USD 60 millones. Al igual que ocurre con el gobierno central, los presupuestos devengados son considerablemente menores a los programados; en el año 2016, por ejemplo, solamente se ejecutaron USD 13,6 de los USD 27 millones presupuestados.

Según el censo del INEC, la mayor parte de los recursos invertidos en riego por los GAD-P se programó para la rehabilitación de los sistemas existentes y la realización de proyectos de tecnificación en los mismos —USD 14 millones—. También se destinaron aproximadamente USD 6 millones para la construcción de sistemas nuevos y otros USD 6 millones para la realización de estudios para nuevos proyectos. En total, el área propuesta para intervención cubre un área de 126.000 ha donde se beneficiarían hasta 90.000 personas. Uno de los proyectos grandes que se llevan a cabo es el sistema ubicado en Unión Carchense, de Santo Domingo de los Tsáchilas, el cual es ejecutado en conjunto entre el GAD y el Banco de Desarrollo del Estado por un monto de USD 2 millones.

La experiencia muestra que las intervenciones estatales en los sistemas de riego que están en funcionamiento traen consecuencias de distinto tipo y no siempre positivas. Para muchos conocedores del tema, las inversiones no logran sus objetivos principalmente debido a que los diseños de los proyectos son realizados de manera externa a las comunidades, muchas veces por personas que no están al tanto de las particularidades organizativas o técnicas, ni de la realidad y contexto histórico de las zonas a ser intervenidas. Este tipo de acciones «de manual» han generado tensiones y conflictos que terminan afectando la efectividad o incluso el funcionamiento mismo de los sistemas.

#### TECNOLOGÍA PARA RIEGO E IMPORTACIONES DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

Existen muchas modalidades de riego. La más extendida en el mundo es el riego por gravedad

que tiene muchas variantes según el cultivo, la pendiente, el tipo de suelo donde se aplica y tiene distintos grados de complejidad. Las tecnologías de presurización más difundidas han sido el riego de aspersión y el riego por goteo, las cuales también tienen distintos niveles tecnológicos llegando muchos de ellos a controlar los procesos de irrigación mediante el uso de software y maquinas especializadas. Los equipos tecnológicos de riego más avanzados que se comercializan en el mercado ecuatoriano buscan reducir el desperdicio de agua mediante sistemas automatizados de control que incluyen sensores de humedad del suelo y control automático de los flujos. En general los costos de estos equipos son altos, ya que se importa prácticamente todo.

Para un país dolarizado como el Ecuador, es un enorme reto tecnificar el riego, ya que prácticamente la totalidad de los insumos materiales que se utilizan son de origen extranjero y están sujetos a diferentes estructuras de cobro de aranceles. Por ello, la observación del comportamiento de las importaciones de insumos para riego es un importante indicador que arroja luces, no solo de la magnitud del consumo ecuatoriano, sino de la capacidad de inversión que tiene el sector.

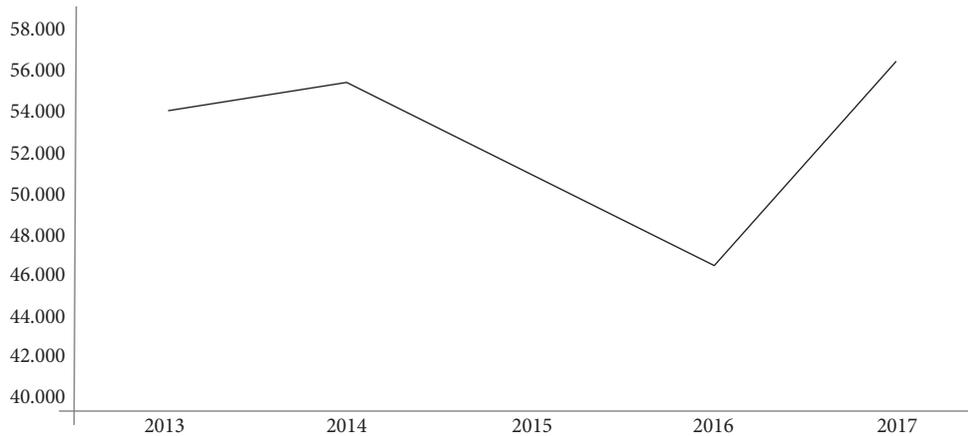
Dada la complejidad que tiene el sistema CIU, es difícil identificar todas las subpartidas relacionadas con tecnología de irrigación sin cometer errores, ya que muchas veces una misma subpartida puede incluir bienes similares, pero que finalmente se utilizan con fines distintos. Sin embargo, se identificaron cinco subpartidas cuyas definiciones a seis dígitos sean explícitamente relacionadas con riego. Éstas son: i) la 39.17, tubos y accesorios de tubería; por ejemplo, juntas, codos, empalmes, racores de plástico; ii) la 84.13, bombas para líquidos; iii) la 84.24, aparatos mecánicos para proyectar líquido; iv) la 76.08, tubos de aluminio; y v) la 76.09, accesorios de tubería de aluminio. El valor anual total importado en el año 2013 fue de USD 54 millones, valor que se mantiene relativamente constante a excepción del año 2016 en donde se redujo a USD 46 millones. En 2017 se observa nuevamente importaciones totales de alrededor de USD 55 millones,

Es probable que la caída en las importaciones de equipos para riego ocurrida en el año 2016 esté relacionada con la política de restricción de importaciones que inició el gobierno ecuatoriano en 2015 (ver Figura 1), y que la subida de las mismas en 2017 se deba a la aplicación de la resolución 050-2014 del pleno del COMEX que excluyó algunas subpartidas de la aplicación de las sobretasas arancelarias temporales. La mayor parte de las importaciones relacionadas con tecnología para riego son tuberías de plástico. La mayor parte de las mismas proviene de China y Estados Unidos. La mayoría de los productos incluidos en la subpartida 39.17 requieren para el ingreso en el país del pago del 15% al impuesto *ad valorem* y el 12% del IVA. Las subpartidas 84.13 y 84.24 contienen algunos productos que requieren pagos inferiores del impuesto *ad valorem*.

La promesa tecnológica propone la materialización de las capacidades productivas de la sociedad en máquinas, artefactos, procesos productivos y de organización de la producción, en el caso del riego, sin embargo, se requiere que la sociedad en su conjunto realice inversiones considerables para que los productores individuales y comunitarios sean capaces mejorar su productividad en el área actualmente cultivada.

La efectividad de la aplicación de la tecnología para riego tiene la particularidad de no depender solamente del productor directo, sino, por el contrario, de las capacidades de un conglomerado de personas para utilizarla y gestionarla y escoger cuál es la mejor para un contexto

Figura 1. Evolución de las importaciones de equipos para riego, 2013-2017 (miles USD)



Subpartidas 3917 (turbo y accesorios de tubería de plástico); 8413 y 8424 (bombas y máquinas para proyectar líquido); 7608 y 7609 (tubería y accesorios de aluminio)

Fuente: BCE, 2013-2017.

determinado. El éxito en su aplicación demanda de organizaciones de usuarios fuertes y conectoras del tema, de redes institucionales públicas y privadas que acompañen la gestión y realicen inversiones, de universidades y centros de formación que realicen investigación y ofrezcan programas de estudios especializados.

## DISCUSIÓN

La información oficial sobre los sistemas de riego es todavía muy limitada y poco consistente. Si bien la información oficial revisada permite tener una visión general de los problemas del riego, no permite hacer estimaciones ni cálculos sobre ciertas variables clave para comprender las dinámicas existentes entre la agricultura, el riego y el mercado. Es necesario plantear la realización de un censo que se construya directamente con los usuarios de los sistemas. Algunas de las variables que no se pueden identificar con la información disponible son la variación en la productividad entre fincas con y sin riego, detalles sobre las organizaciones de usuarios así como los problemas de acaparamiento del agua, concentración y reconcentración de la tierra al interior de los mismos.

Dado su alto costo, sería muy positivo que las inversiones en riego se asignen de manera participativa y transparente con una visión de sustentabilidad de mediano y largo plazo; atendiendo a las necesidades y propuestas locales y priorizando en las inversiones que contribuyan, no solamente a la dotación de infraestructura, sino al mejoramiento del capital humano, social y ambiental de las zonas rurales del país. Sería penoso que inversiones relativamente importantes como éstas beneficien solamente a las empresas constructoras e importadoras de equipo a título de que eso es innovación.

La complejidad inherente a la administración, operación y mantenimiento de los sistemas exige diseñar e implementar prácticas e iniciativas comunitarias, de colaboración y cooperación que sean capaces de llegar a acuerdos y de resolver conflictos. Esto supone un reto considerable para las comunidades porque supone de un esfuerzo sostenido, del tiempo y energía de las personas.

Hasta el momento no se han realizado esfuerzos consistentes por incorporar a la sociedad rural organizada en el diseño y planificación de políticas públicas, en donde urge juntar esfuerzos y trabajar en función de intereses comunes de largo plazo, como son: el manejo de fuentes de agua y páramos; la incorporación de tecnologías de riego adecuadas y sistemas de administración, operación y mantenimiento (AOM); el mejoramiento de los suelos y la mitigación de la contaminación de los ríos y fuentes; el manejo de los páramos y de los bosques; entre otros temas.

La situación del riego ciertamente es compleja, pero mientras más crezca la demanda de agua y alimentos mayores serán los riesgos de conflicto y merma para los sectores más vulnerables. Esto obliga al Estado a seguir invirtiendo en riego, pero también a utilizar los recursos disponibles de la manera más eficiente. Éste es el reto que enfrenta el Estado en general y los GAP en particular al momento de definir una política para el sector. Si se sigue considerando que el riego es solo un tema de infraestructura no se logrará trascender el modelo de riego tradicional. Si no se hacen esfuerzos para fortalecer a las organizaciones, para investigar, para capacitar a los distintos actores, para democratizar el acceso al agua y una verdadera justicia hídrica las grandes obras de infraestructura seguirán siendo tristes monumentos al clientelismo político de los gobernantes.

La mejor tecnología no es necesariamente la más cara, ni la más moderna, sino aquella cuya aplicación es viable, es decir, que pueda ser adoptada por los agricultores y que sea capaz de generar ganancias adicionales en el largo plazo. Si estos dos criterios no se cumplen las inversiones que se realicen no pasarán a ser más que novelorías. Existen ejemplos de excelentes iniciativas colectivas que han probado ser económica y socialmente viables como el caso del mejoramiento de los sistemas de riego mediante técnicas de generación de «presión por gravedad» que permiten incorporar sistemas de aspersión a bajo costo —aprox. USD 3200 por hectárea— sin necesidad de máquinas de bombeo como es el caso del ramal norte del sistema de riego Pillaro, entre otros casos similares como los documentados por Ospina en Tungurahua. En el caso de los cultivos por inundación —como el arroz— destacan las inversiones en la nivelación de suelos como técnica de cultivo complementaria al riego. En estos casos, los altos niveles de confianza mutua y el dominio de los artefactos tecnológicos por parte de los agricultores han sido el resultado de procesos sostenidos de participación en el diseño e instalación de las nuevas tecnologías.

#### NOTAS

1 INEC-Censo de Información Ambiental Económica en GAD provinciales 2015. Se utilizan los documentos de presentación de resultados y la base de datos (formato .sav). Disponible en <http://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/603/study-description>

2 Este dato corresponde a la base de datos del CNRH (ver Galárraga Sánchez, 2000; Gaybor, 2008)

3 El censo ambiental del INEC/GAD estima un porcentaje de cobertura del 73% mientras que el de la SENAGUA es apenas inferior (66%).

#### REFERENCIAS

- Apollin, F., Núñez, P. and Ruf, T. (1998). The historical development of equity in irrigation: changes in water distribution in Urcuqui, Ecuador. R. Boelens and G. Dávila (Eds.), *Searching for Equity*, (pp. 373-390). Retrieved from [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cc-2010/010047422.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/010047422.pdf)
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2013, 2014, 2015, 2016, 2017). Resumen sobre información (CIF) de subpartidas de importación de equipos de riego. (s. d.).
- Boelens, R. (1995). La nueva política de riego en el Ecuador. *Ecuador Debate*, 36, 129-144.
- Boelens, R. (2002). Water rights and participatory irrigation development: the case of Licto, Ecuador. *Water Rights and Empowerment*. Retrieved from <http://www.iapad.org/wp-content/uploads/2015/07/BoelensLicto3DWaterRights.pdf>
- Boelens, R. and Hoogendam, P. (Eds.) (2002). *Water rights and empowerment*. Assen, Netherlands: Koninklijke Van Gorcum.
- Boelens, R. and Vos, J. (2012, mayo 15). The danger of naturalizing water policy concepts: Water productivity and efficiency discourses from field irrigation to virtual water trade. *Agricultural Water Management*, 108, 16-26. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.06.013>
- Bonilla, D., Pérez, G. y Salazar, A. (2014). Territorio y descentralización. Competencia de riego y drenaje. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Recuperado de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/Territorio-y-Descentralización-Riego-Drenaje.pdf>.
- Campos, A., Sinichenko, E. K. y Gritsuk, I. (2014). Caracterización de los parámetros morfométricos de las cuencas de la Demarcación Hidrográfica de Manabí, Ecuador. *Academia*. Recuperado de [https://www.academia.edu/8961751/Caracterizaci%C3%B3n\\_de\\_los\\_par%C3%A1metros\\_morfom%C3%A9tricos\\_de\\_las\\_cuencas\\_de\\_la\\_Demarcaci%C3%B3n\\_Hidrogr%C3%A1fica\\_de\\_Manab%C3%AD\\_Ecuador](https://www.academia.edu/8961751/Caracterizaci%C3%B3n_de_los_par%C3%A1metros_morfom%C3%A9tricos_de_las_cuencas_de_la_Demarcaci%C3%B3n_Hidrogr%C3%A1fica_de_Manab%C3%AD_Ecuador)
- Cantrell, R. P. y Hettel, G. P. (2004). Rice-based production systems for food security and poverty alleviation in Asia and the Pacific. In *Proceedings of the FAO Rice Conference «Rice is life»*. *International Rice Commission Newsletter*, 53. Retrieved from <ftp://193.43.36.93/docrep/fao/008/y5682e/y5682e02.pdf>
- Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2012). *Diagnóstico de la información estadística del agua*. Informe final, (pp. 1-81). Recuperado de <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIC%202012-2.pdf>
- Galárraga-Sánchez, R. (2000). *Agua para el siglo XXI para América del Sur. De la visión a la acción. Informes nacionales*. Recuperado de <http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdebajo/6/23346/InEcoo100.23346.pdf>
- Gaybor Secaira, A. (2008). *El despojo del agua*. Quito, Ecuador: Camaren.
- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC). (2015). Censo de Información Ambiental Económica en GAD provinciales 2015. Recuperado de <http://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/603/study-description>

- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC). (2016). Informe resumen de los resultados del Censo de Información Ambiental Económica en GAD provinciales 2015. (s. d.).
- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC). (2016). Metodología del Censo de Información Ambiental Económica en GAD provinciales 2015. (s. d.).
- Knapp, G. (1992). *Riego precolonial y tradicional en la Sierra norte del Ecuador*. Quito, Ecuador; Lima, Perú; París, Francia: Abya Yala.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2013). Plan Nacional de Riego y Drenaje. Quito, Ecuador: (s. d.).
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2016). La políticas agropecuarias (Ed. Mariana Naranjo Bonilla), vol. 1, 2. Quito, Ecuador: MAGAP.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2015). Base de datos con los nombres de los proyectos, ubicación y presupuesto anual codificado y devengado. (s. d.).
- Molden, D., Svendsen, M. and Turrall, H. (2007). *Water for food water for life: A comprehensive assessment of water management on agriculture*. Washington, USA: International Water Management Institute.
- Morales, C., Dascal, G., Aranibar, Z., Morera, R., Candia, D. y Agar, S. (2010). La degradación de las tierras en el Ecuador: Mecanismo Mundial de la CNUCLD. (s. d.).
- Núñez, P. y Ruf, T. (1995a, enero). Funcionamiento del riego particular en los Andes ecuatorianos. Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego. Informe H2. *Historia del riego en Urcuquí*. Recuperado de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/diverso8-10/010042838.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/diverso8-10/010042838.pdf)
- Núñez, P. y Ruf, T. (1995b, enero). Funcionamiento del riego particular en los Andes ecuatorianos. Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego. Informe H1. *Referencias históricas sobre juicios de aguas en Ecuador*. Recuperado de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/diverso8-10/010042837.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/diverso8-10/010042837.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2000). *El riego en América Latina y Caribe en cifras*. Roma, Italia.
- Ospina Peralta, P. (2012). Tungurahua rural: el territorio de senderos que se bifurcan, 81, 117-152. Recuperado de <http://67.192.84.248:8080/handle/10469/3476>
- Ospina, P. and Hollenstein, P. (2015). Territorial Coalitions and Rural Dynamics in Ecuador. Why History Matters. *World Development*, 73, 85-95. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.10.026>
- Peralvo L. y López. N. (2015). *Proyecto de irrigación productiva para pequeños y medianos productores*. Recuperado de <http://docplayer.es/37379516-Proyecto-de-irrigacion-productiva-para-pequenos-y-medanos-productores-y-productoras-republica-del-ecuador-magap-bm-aecid.html>
- Recalt, C. (2010). Las estrategias de conquista del agua en el Ecuador, o la historia de un sempiterno comienzo. *Ecuador Debate*, 72, 171-186. Recuperado de <http://67.192.84.248:8080/handle/10469/4100>
- Román, F., Isch, É. y Guillaume, J. (2012). Riego, un giro hacia el desarrollo (Documento inédito editado por Antonio Gaybor Secaira). Foro de los Recursos Hídricos. (s. d.).
- Ruf, T. (1995). Traditions et innovations dans la gestion des systèmes irrigués andins (Equateur). *L'innovation en agriculture, Questions de méthodes et terrains d'observation*, (pp. 274-290). Recuperado de <https://books.openedition.org/irdeditions/15786>
- Ruf, T. y Núñez, P. (1991). Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos. *Revista*

- Memoria, Instituto de Historia y Antropología Andina MARKA*, 2(2), 181-282. Recuperado de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers13-05/010052806.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-05/010052806.pdf)
- Secretaría del Agua (SENAGUA). (2008, 2010, 2018). Autorizaciones de uso de agua en el Ecuador. (Documentos inéditos). Quito, Ecuador: Camaren.
- Segarra, P. (2014). *Sinergias entre degradación de la tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador. Proyecto Mecanismo Mundial Ecuador «Integrando financiamiento de cambio climático en estrategias de inversión de manejo sostenible de la Tierra»*. Recuperado de [https://www.academia.edu/22175507/Sinergias\\_entre\\_Degradaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_Tierra\\_y\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico\\_en\\_los\\_Paisajes\\_Agrarios\\_del\\_Ecuador](https://www.academia.edu/22175507/Sinergias_entre_Degradaci%C3%B3n_de_la_Tierra_y_Cambio_Clim%C3%A1tico_en_los_Paisajes_Agrarios_del_Ecuador)
- Skarbo, K. and VanderMolen, K. (2014). Irrigation access and vulnerability to climate-induced hydrological change in the Ecuadorian Andes. *Culture, agriculture, food and environment*, 36(1), 28-44. Retrieved from <http://doi.org/10.1111/cuag.12027>
- Skutsch, J. and Rydzewski, J. R. (2011). Review of research and development needs in irrigation and drainage. In Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s. d.).
- Zapatta, A. y Gasselin, P. (1995). *El riego en el Ecuador: problemática, debate y políticas*. Quito, Ecuador: Camaren.

