

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**TÍTULO:** ACCIÓN COLECTIVA, GESTIÓN DEL AGUA DE RIEGO Y  
AGROEXPORTACIÓN EN LA COSTA PERUANA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN ECONOMÍA**

**AUTOR:**

GERMÁN GUILLERMO ISMAEL MUÑOZ PORTUGAL

**ASESOR:**

MANUEL AUGUSTO GLAVE TESTINO

Diciembre, 2020

## RESUMEN

Esta tesis se conforma de dos estudios relacionados con el problema del agua de riego en la agricultura y economía peruana. El primero analiza los factores de sostenibilidad de la acción colectiva en la gestión del agua de riego en los valles de Moche y Virú, situados en la costa del Perú. Utilizando un modelo de panel de efectos aleatorios, el análisis econométrico encontró que las variables relevantes para la sostenibilidad de la acción colectiva son diferentes en cada valle. El resultado económico se mide por la eficacia en el cobro de la tarifa de agua de riego, capacidad transferida por el Estado a las Juntas de Usuarios. Destaca, además, la importancia del proyecto de irrigación Chavimochic, que amplió la disponibilidad de agua en forma permanente, pero que enfrenta también los efectos del cambio climático, así como el incremento de la demanda hídrica.

El segundo estudio analiza el crecimiento económico agroexportador en el valle de Ica, que ha traído consigo la concentración de la tierra y de las fuentes de agua subterránea. Este proceso ha dado mayor poder a las empresas agroexportadoras, las cuales responden individualmente a la demanda del mercado internacional. El incremento en la demanda externa de los productos del valle genera importantes beneficios privados, pero inhibe la acción colectiva para la conservación del acuífero. Cada empresa decide la cantidad de pozos a perforar y el volumen de agua subterránea que debe extraer, dados los requerimientos técnicos de los cultivos y ante una débil regulación pública. La mayor extracción con respecto a la reserva y disponibilidad de agua lleva a un descenso del volumen del acuífero, a un deterioro del recurso común y a la consecuente escasez. La metodología de investigación ha seguido el enfoque de la economía institucional para analizar las interrelaciones entre lo social, lo tecnológico y las políticas públicas en el valle de Ica, buscando situarse en una perspectiva interdisciplinaria.

## AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido por los comentarios, sugerencias y apoyo de mi asesor Manuel Glave; y, de igual forma, por las valiosas recomendaciones hechas al documento por Rosemary Thorp, Anthony Bebbington, Barbara Lynch y Jeroen Vos. También quiero expresar mi gran aprecio por los valiosos comentarios de Gabriel Rodríguez, Janina León, José Távara, Patricia Tovar y los profesores del Departamento de Economía de la PUCP que participaron en el comité del doctorado en donde presenté, en sucesivos avances, los dos estudios que conforman el presente documento.



## CONTENIDO

<b>Resumen</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>iii</b>
<b>Contenido</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de cuadros y gráficos</b>	<b>vii</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I: Acción y gestión colectiva del agua en los valles de Moche y Virú en la costa peruana</b>	<b>16</b>
Resumen	16
1.1. Introducción	16
1.2. Características del contexto	18
1.2.1 Cambios en la propiedad de la tierra	18
1.2.2. El proyecto de irrigación Chavimochic	19
1.3. Revisión de literatura sobre acción colectiva y gestión del agua de riego	21
1.3.1. Teorías de la acción colectiva	21
1.3.2. Acción colectiva y gestión del agua de riego	23

1.4. Metodología	25
1.4.1. Pregunta de investigación e hipótesis	25
1.4.2. Recolección de datos e información	26
1.4.3. Variables	28
1.4.4. Modelo y método de estimación	32
1.5. La estimación de los resultados	34
1.5.1. Estimaciones para la Junta de Usuarios de la Cuenca del Río Moche	34
1.5.2. Estimaciones para la Junta de Usuarios de la Cuenca del Río Virú	38
1.6. Conclusiones	41
1.7. Bibliografía	45
Anexos	50
<b>Capítulo II: Agroexportación y sobreexplotación del agua subterránea en el valle de Ica en la costa peruana</b>	<b>56</b>
Resumen	56
2.1. Introducción	56
2.2. Ica: crecimiento agroexportador y mercado internacional	60
2.3. El marco conceptual	63

2.3.1. Los modelos	65
2.3.1.1. El modelo del «dilema del prisionero»	65
2.3.1.2. El modelo de acción colectiva del «contrato autofinanciado»	67
2.3.2. La investigación aplicada sobre agua subterránea	70
2.4. El contexto económico del caso de estudio	72
2.4.1. Breve historia del valle de Ica	72
2.4.2. Cambios principales en el valle	74
2.5. El problema de la disponibilidad de agua subterránea y la acción estatal	75
2.6. Acción colectiva, agroexportación y concentración de activos	84
2.6.1. Acción colectiva y organizaciones de usuarios de agua subterránea	84
2.6.2. Concentración de tierras y deterioro de los acuíferos en el valle	86
2.7. Conclusiones	94
2.8. Bibliografía	97
Anexos	104
<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>106</b>
<b>Bibliografía general</b>	<b>114</b>

LISTA DE CUADROS Y GRÁFICOS

**Capítulo I: Acción y gestión colectiva del agua en los valles de Moche y Virú en la costa peruana**

Cuadro 1: Regresión de Efectos Aleatorios: Determinantes de la brecha entre recaudación recibida y esperada - Junta de Moche	35
Cuadro 2: Escenarios: Junta de Usuarios de Moche (2004-2011)	37
Cuadro 3: Regresión de efectos aleatorios: Determinantes de la brecha entre recaudación recibida y esperada - Junta de Virú	38
Cuadro 4: Escenarios: Junta de Usuarios de Virú (2004-2011)	40
Anexo 1: Ubicación de los valles de Moche y Virú	50
Anexo 2: Proyecto de irrigación Chavimochic	51
Anexo 3: Tabla: Junta de Usuarios de Moche	52
Anexo 4: Tabla: Junta de Usuarios de Virú	54

**Capítulo II: Agroexportación y sobreexplotación del agua subterránea en el valle de Ica en la costa peruana**

Cuadro 1: Principales cultivos del Valle de Ica	61
Figura 1: Juego del «dilema del prisionero»	66
Figura 2: Juego del «contrato autofinanciado»	69
Cuadro 2: Reserva explotable (2009, 2013-2014)	77

Cuadro 3: Licencias de uso de agua subterránea (2009-2014)	78
Gráfico 1: Número de pozos perforados por año en el valle de Ica (1981-2013)	81
Gráfico 2: Número de pozos perforados por año en las pampas de Villacurí-Lanchas	82
Cuadro 4: Demanda y uso de agua superficial y subterránea, 2012	83
Cuadro 5: Características de los agentes en la agricultura de Ica	89
Cuadro 6: Tamaño de la unidad agropecuaria - Variación 1994-2012	90
Cuadro 7: Coeficiente Gini de concentración de la tierra - Ica	91
Anexo 1: Ubicación de la cuenca del río Ica y pampas de Villacurí	104
Anexo 2: Ámbito geográfico de los acuíferos del valle de Ica y pampas de Villacurí	105

## INTRODUCCIÓN

Casi no hay semana en que no aparezca una noticia que destaca un hecho de importancia económica y social sobre el agua. A veces son buenas noticias, como cuando la población de un barrio pobre ha recibido la conexión de agua potable; o cuando se produce una innovación tecnológica que abarata los costos de desalinizar agua del mar. En otras ocasiones son malas noticias, cuando lluvias extremas precipitan desbordes e inundaciones ocasionado desastres y víctimas humanas; o cuando la disputa por el control o gestión del agua entre provincias o regiones o entre sectores productivos, es causa de un agudo conflicto social.

Cuando redactaba la presente introducción apareció la noticia de que el agua cotizaba en el mercado de futuros de la Bolsa de Valores de Nueva York. Se trataba de operaciones financieras sobre contratos de derechos de uso del agua a partir del Estado de California, por un tiempo determinado y en el sector agricultura. Este hecho económico reflejaba el problema de escasez del recurso hídrico frente a una creciente demanda por su uso en dicho lugar de los Estados Unidos; y su probable aplicación a otros lugares que presentaran similar problema.

Sin embargo, frente a este hecho existen dos puntos de vista diferentes, uno a favor de que el agua tenga un precio, porque supone que permitirá el uso más eficiente del recurso ante el problema de la escasez; y otro, en contra, porque supone un riesgo de especulación con el precio del agua en general, lo cual podría atentar contra la vida humana.

Asumimos que el agua es un bien complejo y diverso, tanto en sus características como en sus posibilidades de uso. En algunas circunstancias puede tener un precio o un valor monetario que se le aproxime como es el caso de una tarifa. En otras circunstancias no tendrá o no podrá tener un precio ni una tarifa.

En el primer caso, la literatura económica le otorga la característica de excluibilidad, pues no se puede acceder al agua sin tener que pagar por su uso (bien privado y bien colectivo). En el segundo caso, la característica será de no excluibilidad, dado que no se puede evitar que se acceda al agua aun cuando no se haya pagado por su uso o no se haya contribuido con los costos que implican su gestión y distribución (bien o recurso común y bien público).

En los dos ensayos que conforman el presente trabajo se reflexiona sobre la importancia económica y social del uso agrícola del agua en la costa peruana. El primero, en torno a los valles de Moche y Virú, toma en cuenta la tarifa del agua superficial para el riego y la gestión del recurso hídrico mediante la acción colectiva de los regantes. El segundo, acerca del valle de Ica, analiza el problema de sobreexplotación del agua subterránea, bajo el incentivo de la rentabilidad de los cultivos de exportación que han impulsado la ampliación de la frontera agrícola en dicha zona; y las dificultades que enfrenta la acción colectiva y la acción estatal para enfrentar el problema.

Asimismo, sabemos que la demanda por agua para los diversos usos (doméstico, agrícola, pecuario, industrial, minero) es creciente y difícil de satisfacer a nivel nacional. Por otra parte, a pesar de que se trata de un bien o recurso fundamental para la sociedad, nuestros conocimientos sobre las fuentes, usos y gestión de los recursos hídricos en nuestro país son insuficientes; y nuestra relación cotidiana con el agua todavía no es todo lo eficiente y responsable que debiera ser, sobre todo en contextos de escasez y cambio climático como el que actualmente enfrentamos.

El crecimiento económico y poblacional requiere de mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, el recurso hídrico tiende a ser cada vez más escaso con respecto a los territorios, o zonas geográficas, donde se expanden las actividades productivas; y donde también se incrementa la población. Este problema se ha hecho más grave en la costa peruana, ámbito de creciente expansión urbana y también de intensa actividad agrícola, esta última con un gran dinamismo orientado hacia la exportación.

En el Perú, la desigual distribución territorial del agua por razones de la geografía, ha sido enfrentada por la acción del Estado, pero profundizando la desigualdad regional. El mecanismo ha sido la inversión pública en grandes proyectos hidráulicos que han privilegiado a la costa, dejando sin mayor atención a la sierra y selva. Un estudio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo sobre el Perú señala que: “las políticas sobre agua y el desarrollo de proyectos de irrigación que dan preferencia a la costa se iniciaron desde las primeras décadas del siglo XX bajo la idea de que modernizar la agricultura nacional implicaba desarrollar la costa y no la sierra. El tratamiento privilegiado que ha recibido la costa se expresa en que allí se concentran dos tercios de la inversión nacional en infraestructura de riego.” (PNUD 2009)

Los sistemas de riego más importantes que han sido beneficiados por grandes proyectos de irrigación son: Chira-Piura, Chancay-Lambayeque, Jequetepeque-Zaña, Chavimochic y Chincas, en la costa norte. En la costa sur son: Choclococha en Ica; y Pampa de Majes en Arequipa. En la actualidad se viene ejecutando el proyecto Olmos en Lambayeque, luego de enfrentarse el conflicto por el uso del agua con los departamentos de Piura y Cajamarca; y el de Majes-Sihuas II en Arequipa, el cual suscitó un conflicto por el uso del agua con la provincia de Espinar en el departamento de Cusco.

La mayoría de los grandes proyectos hidráulicos han estado destinados a la ampliación de la frontera agrícola bajo riego. En menor proporción se han orientado a llevar agua potable a las ciudades, salvo en los casos de Lima,

Ayacucho y Trujillo. También, junto al primer objetivo, se ha buscado generar energía hidroeléctrica, dada la rentabilidad de la misma. Cabe señalar que en el presente estudio el énfasis estará puesto en los usuarios de agua de riego superficial y agua de riego subterránea. No es materia del presente trabajo el análisis de las relaciones y conflictos que puedan existir de los usuarios de agua de riego con los usuarios de agua potable en los pueblos pequeños y ciudades próximas a los valles del estudio.

La política agraria peruana durante los años 90 tuvo una orientación de carácter liberal y favorable al mercado. Con la Ley de la inversión privada en el desarrollo de las actividades económicas en las tierras del territorio nacional y de las comunidades campesinas y nativas, promulgada en 1995, se liberalizaron los derechos sobre la tierra, se quitaron los límites existentes a la propiedad agraria, y se abrió el mercado a la compra-venta de tierras por parte de empresas comerciales y a que las comunidades campesinas y nativas pudieran transferir sus tierras.

Se priorizó la gran propiedad agraria sobre la pequeña propiedad y agricultura familiar. Esta orientación continuó durante las primeras dos décadas del siglo XIX, a pesar de que los datos oficiales indicaban la gran importancia que venía adquiriendo la producción en pequeña escala de alimentos para el mercado local y la agricultura familiar en términos de número de unidades y participación de la fuerza laboral (CENAGRO 2012).

En el año 2000 se dio la Ley de Promoción del Sector Agrario creándose un sistema de apoyo a la producción agroexportadora, la cual está asentada básicamente en la costa peruana, mediante grandes empresas nacionales y extranjeras. Este sector se ha convertido en un importante generador de divisas para el país; pero en contrapartida una de sus características es la precarización laboral, tanto en términos salariales como de derechos del trabajo. A pesar de que originalmente la Ley se promulgó con un carácter temporal de 10 años, luego, se legisló su ampliación hasta 2021; y en 2020 se

legisló una ampliación por 10 años más. Sin embargo, las protestas masivas de la población trabajadora de Ica y Virú, que tuvieron respaldo en buena parte de la opinión pública llevaron a su derogación en el mismo año de 2020.

a. Dos ensayos sobre el uso y gestión del agua en la agricultura

Se presentan y discuten dos formas de la acción colectiva. Una primera es la que corresponde a la cooperación entre agentes para enfrentar y resolver problemas comunes (Olson 1965) que en nuestro estudio está presente en los grupos que realizan la administración y distribución del agua de riego. Una segunda forma es la que se identifica con la presión o lobby que realizan grupos de individuos o empresas (Olson 1982) a fin de alcanzar un objetivo que favorezca a sus miembros o de impedir que se realice un hecho o se ejecute una norma pública que los perjudique.

Ciertamente, para alcanzar sus objetivos, los grupos de presión, también denominados coaliciones distributivas, tienen que utilizar su capacidad de presionar para influir sobre la política gubernamental, o su poder de colusión para influir sobre el mercado a fin de mejorar su posición (Pelet 1991). En el presente trabajo, esta segunda forma de acción colectiva se halla presente en el comportamiento del grupo de agroexportadores que utilizan agua subterránea; y, por tanto, no debe asumirse como una paradoja de comportamiento de los agroexportadores por no cooperar para evitar el deterioro de los acuíferos, pero sí presionar conjuntamente al Estado para obtener normas y concesiones favorables, sino que se trata efectivamente de otra forma de la acción colectiva.

En el Perú existen 106 cuencas hidrográficas que han dado lugar a la constitución y funcionamiento de organizaciones de regantes denominadas Juntas de Usuarios y Comisiones de Usuarios. Estas últimas son parte de las primeras. Dichas organizaciones o asociaciones fueron creadas en 1969 bajo los auspicios del Decreto Ley 17752 o Ley General de Aguas. Luego, en 1989, un Reglamento

de Organizaciones de Usuarios les asignó parte de las funciones que la Ley había previsto para las Administraciones Técnicas de los Distritos de Riego (ATDR) del Ministerio de Agricultura. Una de estas responsabilidades o funciones asignadas fue el cobro de la tarifa y distribución del agua de riego, mediante Decreto Supremo 037-89-AG.

En 1991 el Decreto Legislativo 653 asignó nuevas responsabilidades a las organizaciones de usuarios de agua, fortaleciéndolas mediante la acción gubernamental. Este decreto reconocía personería jurídica, como asociaciones civiles a las Juntas de Usuarios y a las Comisiones de Regantes, luego llamadas también de usuarios en futuros dispositivos legales.

Posteriormente, en 2009 se promulgó la Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338), que derogó la anterior Ley General de Aguas de 1969. La reciente ley creó el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, que tiene a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como ente rector; pero también mantiene a las organizaciones de usuarios cuyas formas son los Comités, las Comisiones y las Juntas de Usuarios, dentro de lo que se conoce como un esquema piramidal. Tanto la Ley como su Reglamento las reconoce como asociaciones civiles garantizando su autonomía y añadiendo que las Juntas de Usuarios tienen el papel de operadores de la infraestructura hidráulica en sus respectivas cuencas.

En 2012 se emitió el Reglamento de Organizaciones de Usuarios de Agua. Allí se reiteró que dichas organizaciones son asociaciones civiles sin fines de lucro, cuya finalidad es la participación organizada de los usuarios de agua en la gestión multisectorial y sostenible de los recursos hídricos. Dicho Reglamento exigía un reconocimiento de la ANA antes de la inscripción de la asociación de usuarios en los Registros Públicos.

En nuestro trabajo identificamos tres tipos de asociaciones de usuarios de agua:

- Asociaciones de usuarios de agua de riego superficial en los valles de Virú, Moche e Ica.
- Asociaciones de usuarios de agua de riego presurizado que utilizan las aguas de los canales de la irrigación Chavimochic.
- Asociaciones de usuarios de agua subterránea que realizan actividad agrícola en Ica y Villacurí.

La primera forma de la acción colectiva se halla presente en el primer tipo de asociaciones de usuarios de agua de riego superficial. Allí se da, por ejemplo, la gestión colectiva de canales y la operación para la distribución del agua entre los regantes. Utilizan la deliberación para acordar las tarifas por agua, el diálogo en asambleas para procesar los conflictos y las sanciones ante el incumplimiento de los acuerdos tomados por el grupo. La segunda forma de acción colectiva se da principalmente en el segundo y tercer tipo de asociaciones de usuarios. Allí, por ejemplo, los integrantes actúan como grupo de presión para obtener normas gubernamentales que los favorezcan. Estos dos últimos tipos de asociaciones están principalmente conformadas por empresarios dedicados a la agro-exportación.

Las tarifas por el agua que cobran las Juntas de Usuarios son, sintetizando, de cuatro tipos: la tarifa que pagan los usuarios a su asociación como integrantes de la misma y que les da derecho a tener una ración de agua acordada, la tarifa que pagan los usuarios para contribuir con el resarcimiento de las obras de infraestructura hidráulica mayor que realiza el Estado, en caso existieran; la tarifa que se paga en forma de canon por el derecho de uso de agua que es dominio del Estado. Y, también, la tarifa que pagan los usuarios por la compra-venta de agua de riego cuando la requieren, en caso la tecnología e infraestructura lo permitan.

Además, en el año 1993 se dio una norma especial para los proyectos especiales hidráulicos que se buscaban entregar en concesión a inversionistas privados, es decir a empresas, que en nuestro caso de estudio son agroexportadoras. Esta

norma crea un régimen de tarifas especiales para el uso del agua en estos proyectos, el cual se aplica en el proyecto Chavimochic. El cobro de la tarifa se realiza bajo el venta de agua, que debe cubrir principalmente la operación y mantenimiento del sistema; y el resarcimiento o amortización gradual de la inversión realizada por el Estado.

En el primer ensayo de este estudio se destaca la gestión social o comunitaria del agua de riego como un asunto complejo y vital para los agricultores peruanos. Dicha gestión está a cargo de Juntas de Usuarios, que son organizaciones por valle y que pertenecen a un sector hidráulico común. Estas se hallan conformadas por Comisiones de Usuarios, las cuales, a su vez, pueden estar compuestas por Comités de Usuarios (MINAGRI 2015). Es una estructura donde el grupo mayor se constituye sobre la base de grupos menores de usuarios, lo que posibilita el desarrollo de la cooperación desde la base de la organización (Muñoz 2009). En una perspectiva similar, diversos estudios de caso en varios países sugieren que esta estructura disminuye los costos de organización y promueve la cooperación en la gestión de los recursos comunes (Nagrah *et al.* 2016; Ostrom 1990; Wade 1988).

Los miembros de dichas organizaciones poseen intereses comunes con relación al sistema de riego y sobre la infraestructura de distribución del agua, que es un recurso común; pero también enfrentan conflictos ante la dificultad de lograr acuerdos cuando emergen intereses particulares por el uso del agua o cuando hay distintas alternativas en disputa. Por esta razón, tienen normas y procedimientos a los que acuden para buscar resolver los problemas que se presenten. Estos asuntos relacionados con las normas en torno al uso de los recursos comunes y la gestión colectiva del agua también han sido materia de estudio en varios países (Agrawal y Goyal 2001; Bardhan 2000; Nagrah *et al.* 2016; Ostrom *et al.* 2011; Villamayor-Tomas 2014). En el Perú, en años recientes se ha retomado el interés por investigar la organización social del riego y su relación con las políticas públicas mediante estudios de caso

(Damonte y Gonzales 2018; Marshall 2014; Oré y Geng 2014; Verzijl y Domínguez 2015; Vos 2006).

El segundo ensayo se enfoca en torno a la problemática del agua subterránea y la agricultura de productos para la exportación en la costa peruana, a partir de los años 90. Se ha elegido el valle de Ica como caso de estudio, porque es un ámbito, incluyendo la zona vecina de Villacurí y Lanchas, desde donde se realiza una parte importante de la agroexportación del país. La creciente demanda por agua subterránea ha generado un problema de escasez en la disponibilidad del recurso hídrico, el cual se extrae del subsuelo mediante la perforación de pozos, los cuales son cada vez más eficientes.

Asimismo, la introducción masiva de modernas tecnologías de riego y la disminución de los costos de funcionamiento de los pozos por la utilización de energía eléctrica, dieron lugar a una explotación cada vez más intensiva de los acuíferos de Ica. Esto coincidió con el alza de los precios internacionales de productos que se cultivan en el valle, como el espárrago y la uva, lo que tuvo como consecuencia que se incrementara la perforación y construcción de nuevos pozos para dotar de agua del subsuelo a una mayor extensión de tierra cultivada (Muñoz *et al.* 2014; Muñoz y Zúñiga 2018). Esto ha provocado una disminución del nivel freático de los acuíferos de Ica, Villacurí y Lanchas, llevando a un escenario de escasez; y a que el Estado tome medidas como la disposición de vedas a la perforación de nuevos pozos de agua en la zona (ANA 2012a).

Es importante anotar que uno de los principales cambios ocurridos en el valle de Ica ha sido el tránsito de una economía de producción local a una economía agroexportadora en auge. Este paso ha consolidado una estructura agraria que tiene su base en la gran propiedad, que utiliza tecnologías modernas de producción y riego, y que requiere de un mayor volumen de agua subterránea para cultivar productos de gran calidad y demanda internacional (Chacaltana *et al.* 2007; Cárdenas 2012; Marshall 2014; Rendón 2009). Esta oportunidad

generada por el mercado mundial propició los incentivos para la inversión privada de empresas agroexportadoras en tierras y fuentes de agua subterránea; y explotación de los acuíferos del valle.

En el caso de Ica, las Juntas de Usuarios de agua subterránea fueron creadas en parte para enfrentar el deterioro observado de los acuíferos en los años 2000, y por tanto, buscar la conservación del recurso común. Sin embargo, también ha estado presente el interés particular de las empresas agroexportadoras, integrantes de dichas Juntas, por extraer agua subterránea para mantener e incrementar los cultivos de exportación que garantizan el beneficio o rentabilidad privada.

#### b. Recursos comunes y acción colectiva

Los desafíos y problemas en el uso y gestión de los recursos comunes, como es el caso de la infraestructura de riego y de los acuíferos por parte de los usuarios, pueden ser comprendidos mediante la teoría de la acción colectiva. Desde un enfoque microeconómico la literatura sobre la teoría de la acción colectiva resalta la importancia del problema olsoniano, debido a la existencia del *free rider*; lo mismo que un sistema de incentivos selectivos positivos y negativos que deben establecerse para que la acción colectiva tenga éxito (Olson, 1965).

Asimismo, gran parte de los estudios de caso que muestran cómo superar el problema del *free rider* se vinculan con la actividad económica en el nivel micro para la conservación de los recursos comunes o recursos de uso común; y, además, existe una escasa discusión sobre las relaciones de poder existentes en los ámbitos de disputa sobre los recursos comunes, tanto en lo que se refiere al acceso y uso de los mismos como a los beneficios que reportan a los agentes que participan de la actividad económica (Ostrom 1990; Ostrom 2002; Uphoff 1985; Wade 1988). En este estudio busco, por tal razón, relacionar el poder que obtienen los usuarios de agua, en tanto organizaciones, cuando

reciben la transferencia de una función por parte del Estado; o cuando se fortalecen como grupo por las leyes que emite el Estado y por la concentración de activos que realizan en ámbitos locales donde realizan la actividad productiva.

Por otro lado, en la obra de Elinor Ostrom, y también en los trabajos de Arun Agrawal, existe una relativa ausencia de discusión sobre los efectos de la distribución de activos en los procesos de acción colectiva. Por este motivo, en este estudio busco discutir el tema de la distribución de la tierra; lo mismo que la asignación de tarifas sobre el agua en función de no solo tener acceso a la misma, sino de hacer sostenible la acción colectiva de las organizaciones de usuarios. En este caso se trata de un mecanismo de mercado que se utiliza como instrumento para fortalecer la acción colectiva.

Sin embargo, cabe señalar que algunos estudios recientes sobre los recursos comunes desconfían de los mecanismos de mercado (precios, por ejemplo) puesto que suponen que no pueden surgir de la acción colectiva; y no conducen a la cooperación, sustentabilidad y equidad en la sociedad (Saidel 2019). Y, por tanto, se opta por un “sistema de auto-organización a través del cual las comunidades gestionarían recursos (tanto renovables como no renovables) con escasa o nula dependencia del Estado y del mercado” (Bollier 2016).

Otra limitación en la literatura clásica sobre acción colectiva es que existe una relativa ausencia de estudios de caso sobre agua subterránea, lo cual contrasta con la gran cantidad de estudios de caso en torno al agua superficial para el riego. Sin embargo, la discusión reciente sobre la teoría de los recursos comunes, varios de los cuales se refieren al agua subterránea, ha retomado el problema del *free rider*, señalando que la gestión en el caso de los acuíferos en tanto recursos de uso común es muy difícil y compleja, por no ser el agua subterránea ni observable ni fácil de medir en su extensión y volumen (Meinzen-Dick 2018). En respuesta a este planteamiento se han presentado

varios estudios empíricos donde se observa cooperación entre los usuarios de diversos recursos comunes, incluidos los acuíferos, por medio de la cual se establecen reglas que permiten el mejor uso del recurso común y evitan su deterioro.

De esta forma, siguiendo los principios de diseño de reglas que facilitan la acción colectiva propuestos por Ostrom (1990) algunos estudios empíricos han tropezado con el problema de la complejidad que presentan los recursos comunes y la insuficiencia de datos para realizar el análisis estadístico (Smith, 2016). Por ello, otras investigaciones han elegido el análisis cualitativo para evaluar los principios de diseño de reglas en diversos estudios de caso (Baggio et al., 2016; Soliman et al., 2021); y de analizar el papel de la gobernanza local y de la acción gubernamental como complemento de la acción colectiva de los usuarios de agua subterránea (Perez-Quesada y Hendricks 2021; Shalsi et al., 2019; Smith et al., 2017). Por mi parte, presento un estudio en torno a la sobreexplotación de agua subterránea en un ámbito local como un fracaso de una forma de la acción colectiva y de la debilidad de la regulación y acción estatal.

Es importante señalar que en el presente trabajo se utilizará la noción de sostenibilidad de la acción colectiva en un sentido organizacional, es decir de permanencia o continuidad de la misma; y no en un sentido de sostenibilidad eco-sistémica o agro-ecosistémica.

### c. Acción colectiva y modelos de interacción

La teoría de la acción colectiva se relaciona con la teoría de juegos a partir de diversos modelos de interacción entre agentes que pueden o no cooperar entre sí para alcanzar un objetivo común. Se ha utilizado el modelo del “dilema del prisionero” para analizar los problemas de la acción colectiva, dado que se trata de una situación en la que agentes privados al buscar el máximo beneficio

individual alcanzan el peor resultado social; es decir, se hallan en un equilibrio de Nash que es un sub-óptimo paretiano (Axelrod 1984; Dinar y Hogarth 2015). Este modelo se pondrá a prueba, adecuando los supuestos y los resultados o “pagos”, a un contexto en el que agentes, individuos o empresas, que buscan obtener máximos beneficios privados al explotar un recurso común, lo hacen de tal forma que el recurso se deteriora en perjuicio de todos, es decir, se generan externalidades negativas que los afectan mutuamente. Sin embargo, cabe señalar que los agentes empresariales pueden actuar de tal forma que, dado un plazo, deterioren el recurso común y se mantengan o incluso se eleven sus beneficios privados, hasta que el recurso se agote y, por tanto, decidan migrar a otras regiones o sectores para continuar con su actividad económica. En este caso el modelo del “dilema del prisionero” no daría cuenta de la realidad existente.

La literatura de teoría de juegos no cooperativos ha presentado diversos casos de aplicación de los modelos básicos de la teoría, incluyendo al “dilema del prisionero”, colocando el foco de atención en los conflictos por los recursos hídricos (Madani 2010; Madani y Lund 2012). Tomando en cuenta un juego simple de dos agentes y dos estrategias, se muestra la relevancia de los diversos modelos de juegos para comprender los problemas de distribución de agua transfronteriza, de contaminación de agua y la gestión de las fuentes de agua subterránea. También se ha presentado la importancia de la teoría de juegos y sus aplicaciones en el estudio de los recursos hídricos, retomando y sistematizando los múltiples casos investigados a nivel internacional (Dinar y Hogarth 2015).

Sin embargo, también es preciso señalar que hay debate sobre la pertinencia del “dilema del prisionero” como modelo de juego que permita describir, por ejemplo, las características de las negociaciones climáticas. Algunos autores dudan de su relevancia para este fin (DeCanio y Fremstad 2013). Además, también se ha señalado que no es un modelo realista, dado que no abarca los diversos aspectos del mundo real (Endres 2004). No obstante lo anterior, tanto

las negociaciones como distintas interacciones entre agentes basados en el propio interés han sido modeladas en buena parte como un dilema del prisionero (Smead, et al., 2014; Barrett y Dannenberg 2012).

Por otra parte, también existen diversos modelos teóricos que permiten superar los resultados del “dilema del prisionero”. Uno de ellos es el modelo de acción colectiva de ejecución del “contrato autofinanciado”. Es, por tanto, también una manera de enfrentar el problema del deterioro de los recursos comunes que puede representarse a través de un juego, mediante el cual los agentes establecen un contrato vinculante para comprometerse con una estrategia de cooperación que ellos mismos diseñarán (Ostrom 1990). Este modelo puede ser igualmente utilizado para entender la conducta de agentes que acuerdan incurrir en un costo que todos comparten, a fin de obtener un beneficio que los favorezca como grupo. Puede ser consistente con el caso de la conducta de los grupos de presión o coaliciones distributivas en relación al acceso y uso de recursos hídricos escasos.

También cabe señalar que para nuestro trabajo ha sido importante una investigación teórica de Agrawal (2001) en la que examina en forma comparativa tres de los trabajos más influyentes acerca de los recursos comunes, y sus implicancias para la acción colectiva, cuyos autores son Baland y Platteau (1996), Wade (1988) y Ostrom (1990). Como resultado del análisis comparativo, no encuentra unanimidad entre los tres autores en torno a un conjunto de variables relevantes para explicar la sostenibilidad de instituciones que den forma al uso y gestión de los recursos comunes.

Sin embargo, encuentra coincidencia en la importancia de llegar a acuerdos institucionales sobre reglas de gestión y acceso diseñadas localmente, y la facilidad en la aplicación de dichas reglas o de hacer efectivo su cumplimiento. Asimismo, encuentra que, entre una gran cantidad de variables analizadas, el tamaño del grupo sería una variable importante en los trabajos de Wade, y Baland y Platteau, para explicar las posibilidades de sostenibilidad de la acción

colectiva; lo mismo que contar con límites del grupo claramente definidos, en los estudios de Wade y Ostrom.

En los dos estudios que conforman el presente trabajo, la acción colectiva en sus dos formas de presentarse tiene resultados diferentes. Los factores y condiciones que llevan a tales resultados son objeto de análisis en ambos casos, utilizando distintos métodos de investigación en cada estudio. En el caso de los usuarios de las organizaciones de riego en los valles de Moche y Virú, la acción colectiva parece sostenerse para operar y mantener el recurso común que es la infraestructura de riego y de distribución del agua entre los regantes. En el caso de los agentes empresariales agroexportadores en el valle de Ica, la acción colectiva aparece sin éxito en la conservación de los recursos comunes, dado que se observa sobreexplotación del agua subterránea y deterioro de los acuíferos. Pero la acción colectiva como grupo de presión que ejercen los agroexportadores para obtener normas y apoyo gubernamentales e impedir la instalación de otras empresas en las zonas desérticas de la cuenca, aparece con mayores posibilidades de éxito.

Finalmente, cabe indicar que el presente trabajo de tesis se halla estructurado en dos capítulos principales. El primero de ellos analiza la acción y gestión colectiva del agua en los valles de Moche y Virú en la costa peruana. El segundo presenta un estudio sobre la agroexportación y sobreexplotación del agua subterránea en el valle de Ica. Finalmente se incluye una sección con las principales conclusiones y recomendaciones de ambos estudios.

## CAPÍTULO I:

### ACCIÓN Y GESTIÓN COLECTIVA DEL AGUA EN LOS VALLES DE MOCHE Y VIRÚ EN LA COSTA PERUANA

#### **Resumen**

Se analizan los factores de sostenibilidad de la acción colectiva en la gestión del agua de riego en los valles de Moche y Virú, situados en la costa de Perú. Utilizando un modelo de panel de efectos aleatorios, el análisis econométrico encontró que las variables relevantes para la sostenibilidad de la acción colectiva son diferentes en cada valle. El resultado económico se mide por la eficacia en el cobro de la tarifa de agua de riego, capacidad transferida por el Estado a las juntas de usuarios. Destaca, además, la importancia del proyecto de irrigación Chavimochic, que amplió la disponibilidad de agua en forma permanente, pero que enfrenta también los efectos del cambio climático, así como el incremento de la demanda hídrica.

#### **1.1. Introducción**

La costa peruana es el territorio más árido del país; sin embargo, en ella se encuentra ubicada más del 58% de la población total, asentada mayormente en ciudades cercanas a ríos que traen bajos caudales de agua durante gran parte del año (INEI 2018). Esta situación representa un problema para enfrentar la creciente demanda de alimentos, lo que ha obligado a diseñar complejos sistemas de irrigación; y donde también están presentes organizaciones sociales de riego con base en la acción colectiva para la gestión y distribución del recurso hídrico entre los regantes.

Cabe señalar que durante los años ochenta y noventa hubo un esfuerzo significativo por estudiar la organización social del riego en el Perú. Se analizaron los cambios institucionales por los que atravesaban las organizaciones que asumieron la gestión del agua a partir de la promulgación de la Reforma Agraria y la Ley General de Aguas en 1969. Luego, años después, se estudiaron los cambios, tanto en el plano legal como en las políticas públicas, sobre la tierra y los recursos hídricos, y la gran importancia del uso agropecuario del agua, que abarcaba un 89% del uso total en el país; tomando en cuenta la huella hídrica, para 2015 quedaba solo el 11% para consumo doméstico, industria, minería y demás usos (ANA 2015a).

Además, hubo una preocupación especial por analizar los conflictos y procedimientos al interior de dichas organizaciones; lo mismo que los intereses comunes con relación al sistema de riego y sobre la infraestructura de distribución del agua, que es un recurso de uso común. Estos aspectos también han sido materia de estudio en otros países (Agrawal y Goyal 2001; Bardhan 2000; Nagrah *et al.* 2016; Ostrom *et al.* 2011; Villamayor-Tomas 2014). Asimismo, en los últimos años ha retornado el interés en el Perú por investigar la organización social del riego y su relación con las políticas públicas mediante estudios de caso (Damonte y Gonzales 2018; Marshall 2014; Oré y Geng 2014; Verzijl y Domínguez 2015; Vos 2006).

El presente trabajo abarca los valles de los ríos Moche y Virú, ubicados en la costa del norte peruano, en la región La Libertad (véase mapa en Anexo 1). Estos son territorios donde se ubica producción agrícola orientada principalmente a la exportación, como es el caso de bienes como espárrago, alcachofa, pimiento, palto, piña, mango y arándanos. Pero también se cultivan productos para el mercado local, como maíz amarillo duro, frejol castilla, tomate, marigold, leguminosas y variedad de frutales y menestras. La caña de azúcar es un producto tradicional de esta región, que se procesa industrialmente y se comercializa tanto en el mercado nacional como internacional. En estos valles, como en los demás valles del país, se han

constituido organizaciones denominadas «juntas de usuarios» que se hacen cargo de la gestión del agua de riego.

El trabajo se propone analizar los factores que hacen sostenible la acción colectiva en la gestión del agua de riego en los valles de Moche y Virú en el periodo 2004-2011, para el cual se pudo conseguir información estadística de las juntas de usuarios. Es una limitación no disponer de una serie más larga, pero ya no fue posible en su momento continuar con las visitas de campo para la reconstrucción anual de los datos. Con una serie más larga podrían establecerse periodos, y posibles diferencias entre los mismos; pero esto puede ser objeto de futuras investigaciones.

El texto se divide en seis secciones, incluyendo esta introducción. La segunda sección describe brevemente el contexto de los valles (materia del estudio). La tercera sección presenta una revisión sintética de la literatura sobre la teoría de la acción colectiva y sus aplicaciones en la gestión social del riego. La cuarta sección explica la metodología del estudio y la recolección de la información. La quinta sección presenta datos y resultados del trabajo econométrico realizado. Por último, en la sexta sección se integran las conclusiones del estudio.

## **1.2. Características del contexto**

### **1.2.1. Cambios en la propiedad de la tierra**

En los valles de Moche y Virú, desde fines de los años sesenta se dio un proceso de cambios en torno a la propiedad de la tierra, que resultó en un nuevo escenario para las organizaciones de riego. Antes de los años setenta existían grandes haciendas de propiedad privada y pequeños productores agropecuarios, mayoritariamente pobres. Con la reforma agraria de 1969, llevada a cabo por un

gobierno militar, las haciendas fueron expropiadas y se convirtieron en cooperativas agrarias.

Posteriormente, en los años ochenta se dio un proceso de parcelación de la propiedad cooperativa en todo el país, salvo de las grandes cooperativas azucareras, transformándose la zona de los valles de Moche y Virú en un ámbito de producción en pequeña escala, es decir, de pequeños propietarios con un promedio aproximado de seis hectáreas por familia. El problema fundamental estuvo en la concepción gubernamental que orientó a la concentración y colectivización de la tierra mediante la implantación del sistema cooperativo. Por esto, la reforma agraria del gobierno militar no redistribuyó la tierra, sino que consolidó la gran propiedad (Mayer 2009) principalmente en cooperativas agrarias de producción y sociedades agrarias de interés social, las cuales eran muy difíciles de manejar, estaban territorialmente dispersas; y agrupaban a distintas formas de tenencia de tierra, de sistemas de producción y de regímenes laborales. El fracaso del sistema cooperativo trajo frustración y desilusión en los participantes del experimento social, una de cuyas expresiones fue la parcelación de las tierras como en el caso de los valles antes mencionados.

En los años noventa y 2000, dado el cambio en las políticas públicas que se orientaron fuertemente hacia el mercado y la liberalización económica, se reconfiguró la propiedad, habiéndose dado un proceso de compra-venta de tierras, de concesiones de terrenos eriazos; y constituyéndose empresas agroexportadoras, principalmente en los territorios de inter-valles; pero subsistiendo la pequeña propiedad en los «valles viejos» de Moche y Virú (Aste 2018; Bury *et al.* 2013).

### **1.2.2. El proyecto de irrigación Chavimochic**

Es importante señalar que, en este contexto, desde 1994 se incorporó el proyecto de irrigación Chavimochic (por los cuatro valles que abarca la obra: Chao, Virú, Moche y Chicama). Este proyecto consiste en la derivación de aguas de uno de

los ríos más importantes de la costa, el río Santa —cuya vertiente pertenece a la región Ancash—, hacia los valles de la región La Libertad y zonas desérticas de los inter-valles mediante la construcción de un canal-madre de varios kilómetros de longitud (véase mapa en Anexo 2). Esto ha permitido ampliar la frontera agrícola en 46,700 hectáreas nuevas y mejorarse el riego de 28,300 hectáreas; y tener un sistema de riego permanente en la zona (Inga 2016; Vos y Marshall 2017). Las obras del proyecto Chavimochic que comenzaron en 1986, hasta la segunda etapa, tuvieron un costo de US\$ 960 millones de inversión, los que fueron financiados por el tesoro público (Inga 2016).

El proyecto ha permitido expandir y mejorar el abastecimiento de agua potable para las familias de la ciudad de Trujillo, que tiene más de 900,000 habitantes, y poblados urbanos y rurales de su zona de influencia. Sin embargo, dicho proyecto tiene que enfrentar el problema de la pérdida continua de glaciares en la Cordillera Blanca, que es la que tiene la mayor cobertura glaciar del país, la cual en los últimos treinta años ha perdido el 34% de su superficie glaciar por efectos del cambio climático. Estos glaciares son la fuente más importante del caudal de agua del río Santa (Aste 2018; Bury *et al.* 2013).

Es una limitación del presente estudio, dada su extensión, no desarrollar los conflictos por los usos del agua, sobre todo entre el uso agrícola y el uso doméstico; o los conflictos entre regiones (Ancash y La Libertad) por el aprovechamiento de las aguas del río Santa. Cabe señalar, sin embargo, que el proyecto Chavimochic ha permitido abastecer a la provincia de Trujillo de una parte importante de agua potable a través de la planta de tratamiento de Alto Moche (PECH 2016), que produce aproximadamente 24 millones de m<sup>3</sup> de agua por año.

Sin embargo, debido a que el agua de riego de los valles del estudio se transformó de estacional a permanente, tuvo como efecto un menor uso e inversión en pozos de agua subterránea, pues sus costos eran más altos. Esto, y por la infiltración permanente de agua hacia el subsuelo, trajo como consecuencia

que el nivel freático de los acuíferos de la zona se elevara hasta que emergiera agua a la superficie, generando en algunos lugares —sobre todo en Virú— la aparición de pantanos y salinización de los terrenos. Este problema ha dado lugar a la intervención pública y privada con proyectos de drenaje e incentivos al uso de agua subterránea.

### **1.3. Revisión de literatura sobre acción colectiva y gestión del agua de riego**

#### **1.3.1. Teorías de la acción colectiva**

La acción colectiva es la cooperación de individuos para el logro de un objetivo común. Hay diversas teorías que permiten acercarse a la comprensión de dicha realidad; y también se denominan teorías de la acción colectiva. Una de ellas es la de Mancur Olson (1965, 1982). Este autor, desde un enfoque microeconómico, se plantea la dificultad teórica y práctica que consiste en lograr que individuos con intereses comunes actúen o cooperen de manera voluntaria con el fin de promover dichos intereses y obtener los beneficios resultantes.

Otra teoría es la de Elinor Ostrom (1990, 2009). Según esta autora, los modelos que predicen el fracaso de la acción colectiva (Hardin 1968; Olson 1965) tienen límites al momento de explicar los hechos, puesto que utilizan supuestos extremos en lugar de teorías generales y múltiples métodos que permitan acercarse a la complejidad de la realidad concreta, en especial a la gestión de los recursos comunes (Poteete *et al.* 2010). En este sentido, si el contexto social es de individuos que pueden defecionar, estos también son capaces de adoptar normas cooperadoras, por lo que puede esperarse que establezcan compromisos contingentes y adecuados para seguir reglas que conduzcan al mejor funcionamiento de las organizaciones (Agrawal 1996; Ostrom 1990; Wade 1988).

Un estudio de Agrawal (2001) examina en forma comparativa tres de los trabajos más influyentes acerca de los recursos comunes, y su implicancia para la acción colectiva, cuyos autores son Baland y Platteau (1996), Wade (1988) y Ostrom (1990). No encuentra unanimidad entre ellos acerca de un conjunto de variables relevantes para explicar la sostenibilidad de instituciones que den forma al uso y gestión de los recursos comunes. Sin embargo, encuentra plena coincidencia en la importancia de llegar a acuerdos institucionales sobre reglas de gestión y acceso diseñadas localmente, y la facilidad en la aplicación de dichas reglas o de hacer efectivo su cumplimiento. Asimismo, encuentra que, entre una gran cantidad de variables, el tamaño del grupo sería una variable importante en los trabajos de Wade, y Baland y Platteau, para explicar las posibilidades de sostenibilidad de la acción colectiva; lo mismo que contar con límites del grupo claramente definidos, en los estudios de Wade y Ostrom.

Por otra parte, en diversos estudios de caso (Araral 2009; Cody *et al.* 2015; Fischer y Qaim 2014; Gardner *et al.* 1990; Putterman 1983; Wade 1987, 1988) se señala que el logro de la acción colectiva es más probable cuando el tamaño del grupo es pequeño o cuando el número total de personas que toman las decisiones es reducido. Es decir, si el grupo es lo suficientemente pequeño como para que las personas puedan interactuar varias veces entre ellas, entonces la acción colectiva tiene más probabilidades de sostenerse. Sin embargo, hay debate sobre este tema, pues otros autores concluyen que el tamaño del grupo no es significativo, o por lo menos el grado de sostenibilidad de la acción colectiva es incierto (Nagrah *et al.* 2016), y dan mayor importancia a otras variables como la heterogeneidad del grupo (Ruttan 2008; Villamayor-Tomas 2014).

Otras variables del entorno, como precios favorables o demanda creciente por los productos locales, pueden fortalecer los intereses comunes, lo que hace que el grupo pueda ponerse de acuerdo más fácilmente para llevar a cabo la acción colectiva (Agrawal y Goyal 2001; Fischer y Qaim 2014; Ito 2012). Por otro lado, mediante la teoría de la acción colectiva también se puede explicar el surgimiento de instituciones restrictivas o reglas de juego que limitan el comportamiento

individual para obtener beneficios colectivos (Chang y Evans 2007); así como también el papel de la confianza y el liderazgo positivo en los grupos, que hacen que la acción colectiva tenga mayor probabilidad de sostenerse (Nagrah *et al.* 2016).

### **1.3.2. Acción colectiva y gestión del agua de riego**

La gestión sostenible del agua de riego es un asunto complejo y vital para los agricultores. En el Perú, dicha gestión está a cargo de las Juntas de Usuarios (organizaciones por valle) que pertenecen a un sector hidráulico común; las cuales están conformadas por Comisiones de Usuarios (organización de regantes por ramal de canal de riego) conformadas sobre la base de un subsector hidráulico. Se trata de una estructura donde el grupo mayor se constituye sobre la base de grupos menores de usuarios, lo que posibilita el desarrollo de la cooperación desde la base de la organización (MINAGRI 2015; Muñoz 2009). Diversos casos internacionalmente estudiados sugieren que esta estructura disminuye los costos de organización y promueve la acción colectiva en la gestión de los recursos comunes (Nagrah *et al.* 2016; Ostrom 1990; Wade 1988).

Las juntas de usuarios se encargan de la planificación de la distribución del agua de riego a nivel de todo el valle al que pertenecen, del cobro de las tarifas de agua y de la representación de todos los usuarios del distrito de riego correspondiente. Las comisiones de usuarios tienen atribuciones de ejecución y control del reparto y entrega de agua dentro de su jurisdicción, así como para establecer sanciones a los infractores de las normas de la organización (MINAGRI 2015; Muñoz 2009).

Las organizaciones sociales de riego en cada uno de los valles del estudio son: la Junta de Usuarios de Agua de la Cuenca del Río Moche (JUACRM), que agrupa a 4,321 regantes; y la Junta de Usuarios de Agua de la Cuenca del Río Virú (JUACRV), que agrupa a 2,596 regantes. Cada junta está conformada por comisiones de usuarios, que son la base de la organización del riego. La

JUACRM está integrada por 11 comisiones de usuarios, donde la menor agrupa a 157 regantes y la mayor a 780, mientras que la JUACRV se halla integrada por 13 comisiones de usuarios, donde la menor agrupa a 33 regantes y la mayor agrupa a 586.

Además, para la distribución del agua de riego del canal Chavimochic se ha creado la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Riego Moche, Virú y Chao; la cual está conformada principalmente por empresas agroindustriales conectadas al sector exportador, siendo 55 el número de usuarios. Estos usuarios empresariales se ubican principalmente en las zonas de inter-valles, donde están las tierras ganadas al desierto por el proyecto Chavimochic, el cual deriva agua del río Santa hacia los «valles viejos» e inter-valles de Moche, Virú y Chao (Bury *et al.* 2013; Vos y Marshall 2017).

Cabe señalar que existe el respaldo legal del Estado peruano para la gestión colectiva del agua de riego. Este respaldo se dio mediante la Ley General de Aguas, decreto ley 17752 del año 1969, y reglamentada por el decreto supremo 037-89-AG del año 1989, por medio del cual se dispuso el tipo de organización que debían conformar los usuarios y les transfirió la capacidad de establecer y cobrar la tarifa de agua de riego. Dicha capacidad ha sido ratificada por la Ley de Recursos Hídricos de 2009. Estos dispositivos legales, propios de la acción estatal, parecen haber cumplido un papel fundamental en el fortalecimiento de la acción colectiva para la gestión del agua.

Por otra parte, tomando en cuenta la importancia del tamaño del grupo para el desarrollo de la cooperación, se tiene que entre las comisiones de usuarios de Moche y Virú existe una diversidad de tamaños de grupo. La teoría señala que, si el grupo es suficientemente pequeño como para que las personas puedan interactuar varias veces entre ellas, entonces hay más posibilidades de cooperar, puesto que los agentes pueden negociar y acordar más fácilmente sus objetivos y acciones comunes (Marshall 2014; Muñoz 2009).

Asimismo, el movimiento o variación, tanto de los precios locales como de la producción de los bienes agrícolas de los valles, son factores que se supone tienen un efecto sobre la acción colectiva de los agricultores. Si los movimientos de ambas variables son positivos se genera el incentivo para que los agricultores busquen ampliar la producción y demanden, por tanto, agua de riego en mayor cantidad. Esto hará que el monto de la recaudación por la tarifa cobrada sea mayor y, por tanto, fortalezca los resultados de la acción colectiva al tener los grupos mayores recursos para cubrir las tareas comunes de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego, y del funcionamiento de la organización de usuarios.

La existencia de instituciones presentes en la juntas de usuarios da cuenta de un sistema equitativo para los trabajos colectivos en el mantenimiento de la infraestructura de riego. La limpieza de los canales se realiza tomando en cuenta la propiedad del agricultor. La norma es: «el que más tiene, limpia una mayor longitud de canal». La limpieza se realiza generalmente entre los meses de octubre a diciembre de cada año, lo que se mantiene en la actualidad. El trabajo puede durar de tres a cuatro días en promedio. Además, se puede apreciar la existencia de otras instituciones entre los regantes que regulan la limpieza de canales y acequias. El agricultor que no pueda estar personalmente en la faena para limpiar su parte («lance») tiene que enviar a una persona (generalmente sus hijos) en su representación. De lo contrario la Comisión de Usuarios hace que su lugar lo tome un particular, al que se le paga el equivalente a un día o «tarea», para luego cobrar el doble de la cantidad al agricultor que no cumplió su «lance». A ello se suma, en algunos casos graves, el corte de agua (una «mita») como parte de la sanción (Muñoz 2009).

## **1.4. Metodología**

### **1.4.1. Pregunta de investigación e hipótesis**

La pregunta que motiva el presente trabajo de investigación es la siguiente: ¿Cómo el tamaño del grupo, el movimiento de los precios, el valor de la producción local y la concentración de la tierra hacen sostenible, fortalecen o debilitan, la acción colectiva en los valles de los ríos Moche y Virú, ubicados en la costa norte del Perú?

La hipótesis del presente estudio se puede enunciar de la siguiente forma: La acción colectiva en los grupos de regantes o usuarios, expresada en el resultado económico o eficacia en el cobro de la tarifa del agua de riego, y definido dicho resultado como la brecha entre recaudación recibida y recaudación esperada, tiene más posibilidades de sostenerse cuanto menor sea el tamaño del grupo, sean positivos tanto el movimiento de los precios de los bienes que produce el valle como el crecimiento del valor de la producción agrícola local; y mientras menor sea la concentración de la tierra que comprende a cada una de las comisiones de usuarios en cada valle del estudio.

Se postula que la brecha en el cobro de la tarifa de agua en las juntas de usuarios depende del número de integrantes que conforman las comisiones de usuarios y de las condiciones del entorno económico (movimiento de los precios y de la producción agrícola) en que se realiza su actividad productiva, además de las características de concentración de la tierra bajo riego en las comisiones de usuarios.

#### **1.4.2. Recolección de datos e información**

Se realizaron visitas de campo hasta en tres ocasiones para recoger los datos y estadísticas de las juntas de usuarios de Moche y Virú. Se trata de juntas que registran y realizan un seguimiento sistemático de la información sobre las tarifas de agua de riego a partir de los años 2000. También se tomaron los datos sobre número de regantes y tamaños de tierra en propiedad o posesión por cada comisión de usuarios.

Los datos sobre precios de los principales productos de ambos valles y sobre el valor bruto de la producción agrícola han sido tomados del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). El cálculo del movimiento de los precios y del crecimiento del valor bruto de producción agrícola ha sido elaboración propia.

Asimismo, cabe resaltar la observación sobre la forma de entrega del agua de riego a la mayor parte de los regantes en ambos valles. La junta de usuarios entrega el agua a los regantes luego de que estos hayan pagado el valor del volumen o cantidad de agua solicitada. Para el usuario que no ha llegado a ser parte del nuevo sistema (por estar en las zonas altas u otra razón) se mantiene el criterio de la cuota pagada a la comisión de usuarios, por el cual no tiene que estar en mora para recibir su parte de agua.

El nuevo sistema es de contra entrega, en el que no hay lugar a tener agua en el predio sin haberla pagado previamente. Cada comisión de usuarios se hace cargo del cobro de la tarifa de agua con este nuevo sistema. Para ello han construido infraestructura en el campo y contratado personal para esta tarea. El dinero recaudado llega finalmente a la junta de usuarios, entidad que se hace cargo de la entrega del agua a los regantes y de la administración del dinero recibido para la operación y mantenimiento del sistema de riego.

Este sistema neutraliza la posibilidad de morosidad en el pago de la tarifa. Ha sido posible implementarlo debido a la nueva y moderna infraestructura que se ha construido con el proyecto Chavimochic para trasladar el agua del río Santa hacia los valles de Chao, Virú y Moche. Para remarcar la importancia de este proyecto para la región, se puede indicar que la demanda hídrica agrícola total en dicha zona es de 596 hm<sup>3</sup>, siendo el 87% cubierto por la derivación de aguas del río Santa (Aste 2018). El resto es cubierto por el agua de los ríos de los valles, lagunas y acuíferos de la zona.

### 1.4.3. Variables

Se han establecido las siguientes variables, tomando en cuenta la literatura revisada, y sobre todo aquellas que podían ser utilizadas a partir de la base de datos recolectada o que permitían la construcción de un indicador apropiado para contrastar la hipótesis sobre los resultados de la acción colectiva.

#### La variable dependiente

— La brecha en el cobro de la tarifa de agua de riego.

Esta se define como la diferencia entre la recaudación recibida menos la recaudación esperada, convirtiéndose en un indicador de sostenibilidad de la acción colectiva. Asimismo, la recaudación esperada se define como el valor mínimo que implica el costo anual de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego del ámbito de cada comisión. Será asumida como si fuera la recaudación-objetivo de la organización de riego.

La recaudación recibida se define como el monto que realmente recauda en términos anuales cada comisión de usuarios. Esta diferencia entre lo recibido y lo esperado se da por la posibilidad de que la tarifa, que es negociada por los usuarios mediante la acción colectiva, sea diferente a la que se requeriría para poder mantener y operar la infraestructura de riego que administra la junta de usuarios.

La tarifa se fija anualmente y puede variar en cada comisión de usuarios. Dichas tarifas se aprueban oficialmente en una agencia gubernamental local correspondiente a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que se denomina Autoridad Local del Agua (ALA). Este sistema de regulación del agua de riego en todo el país depende del MINAGRI.

No existen estudios sobre costos reales de operación y mantenimiento (O&M) de la infraestructura y sistema de riego en la costa peruana (Zegarra 2014). La forma

de determinar el valor mínimo de la tarifa que llevaría a lograr los recursos de financiamiento de esta actividad se ha tomado como referencia del trabajo de González (2002: 126).

Zegarra, de acuerdo con este trabajo, señala que pueden tomarse en cuenta costos promedio, valores que también asumiremos para nuestros cálculos:

“... para mejorar el desempeño de los sistemas de irrigación y sobre la base de la comparación entre países y proyectos, se debería gastar anualmente en O&M un promedio de 75 dólares por hectárea. Este monto es considerado de irrigación, tanto para los sistemas de explotación (infraestructura mayor) como para los sistemas de distribución (infraestructura menor). En este caso no fue posible distinguir los costos de O&M de infraestructura mayor de los de la infraestructura menor. Sin embargo, en un estudio de *Alberta Agriculture, Food and Rural Development: Farm Operations Cost Guide* (2001) se determinó que el costo mínimo para la O&M de infraestructura de riego no regulada es de 34 dólares por hectárea, que se aproximarán a los costos promedio de la infraestructura menor.” (Zegarra 2014: 109-110)

De acuerdo a lo anterior también ha sido comprendido en el trabajo de Zegarra y Quezada (2010) que el costo mínimo para la O&M de infraestructura de riego menor o no regulada correspondiente a la costa peruana es de 34 dólares por hectárea. El estudio de González (2002), que recopila la información sobre proyectos evaluados por International Water Management Institute y el Banco Mundial, reconoce las limitaciones de comparar diferentes países y proyectos a través de indicadores promedio en lo que respecta a costos para la O&M de infraestructura de riego. En nuestro estudio se ha asumido el promedio como un valor esperado y nivel mínimo que permite conocer si lo recaudado mediante tarifas de riego por las comisiones de una Junta de Usuarios se acerca a dicho valor esperado.

Usaremos ambos estimados para el cálculo de la recaudación esperada en cada comisión de usuarios según sea de riego regulado (proyecto Chavimochic: agua del río Moche o río Virú, y río Santa) o no regulado (sin proyecto Chavimochic: agua de río Moche o río Virú). En el primer caso hay infraestructura de riego mayor que es utilizada por las comisiones comprendidas dentro de su ámbito, y por tanto el monto será 75 dólares por hectárea por el tipo de cambio promedio anual en soles de cada año; mientras que en el segundo caso solo existe infraestructura de riego menor, dado que el proyecto Chavimochic no las alcanza, y el monto será 34 dólares por hectárea por el tipo de cambio promedio anual en soles. El costo por hectárea multiplicado por el número de hectáreas bajo riego en cada comisión de usuarios será el valor de la recaudación esperada o recaudación objetivo.

Asimismo, cabe precisar que hay contribuciones que se pueden denominar en especie o en trabajo por parte de los integrantes de las Comisiones de Usuarios. Sería posible, aunque no es lo que busca esta investigación, monetizar dichas contribuciones; pues el énfasis está puesto en la capacidad de recaudación de las tarifas de agua de riego, dado que son recursos financieros que se destinan a la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica que comparten los usuarios como recurso común.

En estas organizaciones existen instituciones o normas que dan cuenta de un sistema equitativo para realizar los trabajos colectivos en el mantenimiento de la infraestructura de riego (Muñoz 2009). La limpieza de los canales se realiza tomando en cuenta la propiedad de cada usuario o agricultor. La norma es: «el que más tiene, limpia una mayor longitud de canal». La limpieza de canales, de las “tomas” y “bocatomas” del río se realiza generalmente en el último trimestre de cada año; pero también la Comisión puede acordar realizar estas actividades varias veces en el año. El trabajo puede durar de tres a cuatro días en promedio; y mientras más usuarios sean capaces de salir a trabajar, la limpieza y obras de mantenimiento o refacción terminan más pronto.

### **La variable independiente**

— El número de regantes pertenecientes a una comisión de usuarios. Es una variable que da cuenta del tamaño del grupo que toma las decisiones sobre la tarifa.

Se postula que existe una relación inversa entre el tamaño del grupo (comisión de usuarios) y las probabilidades de sostenibilidad de la acción colectiva, según se desprende de la revisión de la teoría al respecto (Araral 2009; Baland y Platteau 1996; Cody *et al.* 2015; Fischer y Qaim 2014; Olson 1965; Putterman 1983; Wade 1988; Walker *et al.* 1990).

### **Las variables del entorno**

— Tasa de inflación de los productos agrícolas del valle.

Dado que no se cuenta con estadística oficial de la tasa de inflación local o regional, se ha construido un índice de precios local utilizando los precios al consumidor de los diez productos agrícolas principales que se cultivan en los valles de Moche y Virú; y se ha calculado la tasa de inflación local en el periodo de estudio. Para la regresión correspondiente se usará un rezago de un año en esta variable.

Se postula que, si los precios están subiendo en el año anterior, dado que se trata de precios al consumidor, el incentivo para producir más alimentos se incrementa en el año vigente. Por tanto, la demanda por agua se eleva, lo que posibilita aumentar la tarifa unitaria, teniendo como efecto el aumento de la recaudación recibida.

— Tasa de crecimiento del Valor Bruto de la Producción (VBP) agrícola.

Esta información específica por valle no existe en la estadística oficial, por lo que se ha utilizado como un *proxy* la tasa de crecimiento del valor bruto de la

producción agrícola de la región La Libertad. En la regresión correspondiente se usará un rezago de un año en esta variable.

Se postula que una tasa de crecimiento positiva en el VBP agrícola del año anterior lleva a una mayor demanda por agua de riego en el año vigente, lo que permite elevar la tarifa unitaria, y por tanto elevar la recaudación recibida.

La consideración de variables económicas del entorno que pueden fortalecer intereses comunes de los grupos en diferentes países ha sido estudiada por Agrawal y Goyal (2001), y en un trabajo original sobre acción colectiva utilizando teoría de juegos por Ito (2012).

— Grado de concentración de la tierra en la junta de usuarios.

Esta medida se obtiene calculando el Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) para ambas juntas de usuarios. El IHH es el resultado de la suma de las participaciones porcentuales al cuadrado en tierra bajo riego por cada comisión de usuarios.

Se postula que una mayor concentración de la tierra da mayor poder de negociación a los regantes en su respectiva comisión, lo que conduce al pago de una menor tarifa por el agua de riego que demandan, generando una menor recaudación. El argumento se basa en el trabajo de Ludema y Mayda (2006), quienes han desarrollado el cálculo y utilización del IHH en el comercio internacional y hallaron una relación negativa entre el grado de concentración y el pago del arancel en el mercado de un producto.

#### **1.4.4. Modelo y método de estimación**

La estrategia metodológica del estudio se deriva de las características de la hipótesis que se busca comprobar empíricamente. Esta hipótesis surge de la teoría de la acción colectiva que supone que el tamaño del grupo es un factor fundamental para sostener la cooperación. De los grupos de regantes o

comisiones de usuarios, tanto de Moche como de Virú, se disponen datos de corte transversal durante una serie de tiempo de ocho años. Se tiene por tanto un panel de datos para realizar las regresiones que permitan contrastar la hipótesis planteada. El método elegido para realizar la estimación de las variables es el modelo de panel de efectos aleatorios, el cual también permite capturar la heterogeneidad no observable de las unidades de análisis.

Se ha tomado como unidad de análisis a la comisión de usuarios. Las variables que serán utilizadas para el modelo econométrico se describen a continuación; y la ecuación para la regresión correspondiente es la siguiente:

$$\overline{Y_{i,t}} = \alpha + \beta_1 \overline{X_{i,t}} + \beta_2 \overline{Z_{t-1}} + \beta_3 \overline{J_{t-1}} + \beta_4 \overline{I_t} + u_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde tenemos que:

$\overline{Y_{i,t}}$ : Brecha (recaudación recibida menos recaudación esperada) en el cobro de la tarifa de agua de riego en cada comisión de usuarios en el año correspondiente al periodo 2004-2011. Es la variable dependiente.

$\overline{X_{i,t}}$ : Número de regantes en cada una de las comisiones de usuarios para cada año correspondiente al periodo de estudio. Es la variable independiente.

$\overline{Z_{t-1}}$ : Tasa de crecimiento del valor bruto de la producción agrícola de la región La Libertad en cada uno de los años del periodo de estudio, tomando un rezago de un año. Es otra variable independiente, un *proxy* del entorno económico-productivo.

$\overline{I_{t-1}}$ : Tasa de inflación de los principales productos de los valles de Moche y Virú. Es la tasa de inflación construida para los años correspondientes al

periodo de estudio, tomando un rezago de un año. Es otra variable independiente, otro *proxy* del entorno económico.

$\overline{I}_t$ : Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) que mide el grado de concentración de las tierras bajo riego en las comisiones de usuarios en los valles de Moche y Virú.

$\alpha$ : Intercepto.

$\overline{\beta}_1, \overline{\beta}_2, \overline{\beta}_3$  y  $\overline{\beta}_4$ : Coeficientes de regresión.

$\overline{u}_{i,t}$ : Término de error entre los grupos.

$\overline{\varepsilon}_{i,t}$ : Término de error dentro de los grupos.

## 1.5. La estimación de los resultados

Los resultados estimados por las regresiones realizadas tienen como base los indicadores obtenidos de la información recogida tanto de la Junta de Usuarios del río Moche como del río Virú; y también de la que existe en el INEI y el MINAGRI. En la Junta de Usuarios de Moche, dado que tiene 11 comisiones, se tienen 11 observaciones en 1 año. En el periodo de 8 años que comprende el análisis, y para el cual existe información, serán 88 observaciones. En la Junta de Usuarios de Virú se tiene 13 comisiones, y por tanto habrá 13 observaciones en 1 año. En el periodo de 8 años, para el cual existe información, existirán 104 observaciones. Para las regresiones del modelo se ha hecho uso del programa Stata 12.

### 1.5.1. Estimaciones para la Junta de Usuarios de la Cuenca del Río Moche

Los resultados de la regresión para la Junta de Moche se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1

Regresión de Efectos Aleatorios: Determinantes de la brecha entre recaudación recibida y esperada-Junta de Moche						
	Coeficiente	Error Estándar	Z	P> z	Intervalo de Confianza al 95%	
<b>Número de Regantes</b>	-0.2981527	0.0605	-4.93	0.000	-0.4167	-0.1795
<b>Crecimiento del VBP</b>	0.2463901	0.7188	0.34	0.732	-1.1625	1.6552
<b>Tasa de inflación local</b>	121.0155	23.9724	5.05	0.000	74.0303	168.0007
<b>IHH</b>	-345.9639	1014.488	-0.34	0.733	-2334	1642.397
R-sq: within 0.2545, between 0.7571, overall 0.5773						
Observaciones: 88						
Número de grupos: 11						
Wald chi2(4) = 50.54						
Prob > chi2 = 0.000						

Elaboración propia con base en las estadísticas del INEI, del MINAGRI y de la Junta de Usuarios del río Moche.

El primer resultado es la variación promedio de Y (brecha) cuando X (número de regantes) varía a lo largo de los grupos en 1 unidad. En este caso la relación es negativa y significativa al 99%. Es decir, Y se amplía haciéndose la brecha más negativa en 0.29815 unidades cuando X aumenta en 1 unidad a lo largo de los grupos.

Entonces, podemos señalar que la variable número de regantes en la explicación de la brecha entre recaudación recibida y recaudación esperada es significativa. Ello nos indica que el aumento en un regante (usuario) en las comisiones podría hacer que la brecha se incremente en 0.29815 unidades monetarias. El

mecanismo resulta en la disminución de la recaudación recibida por cada comisión de regantes y que se aleja de la recaudación esperada u objetivo.

La interpretación de este resultado consistiría en que con un número pequeño de regantes es posible llegar a un acuerdo de tarifa de agua de riego más alta que con un número grande de regantes, dado que en una comisión es más complejo y difícil negociar el monto de la tarifa si hay que escuchar y discutir con un gran número de regantes que intervienen en la decisión, los cuales en promedio buscan reducir la tarifa propuesta por el órgano técnico de la junta de usuarios. De esta forma, la recaudación recibida también sería menor, puesto que depende de la tarifa fijada para el año correspondiente, con lo cual la brecha aumentaría.

El segundo resultado, la tasa de crecimiento del VBP agrícola de la región no resulta significativa. El tercer resultado, la tasa de inflación local de los principales productos del valle sí resulta significativa al 99%. Este resultado indica que la variación promedio de Y (brecha) se reduce cuando la tasa de inflación varía (sube) en 1 punto porcentual. En este caso la relación es positiva y significativa. Es decir, la brecha se hace menos negativa en 121.0155 unidades cuando J (índice de precios) aumenta en 1 punto. Entonces, por cada punto porcentual que sube la tasa de inflación, la brecha entre recaudación recibida y recaudación esperada se reduce en 121 unidades monetarias. Es decir, la brecha mejora.

La interpretación de este resultado sería que un incremento en los precios de los productos que venden los productores del valle incentiva a una mayor producción de los mismos y, por consiguiente, a demandar una mayor cantidad de agua de riego por parte de los regantes o usuarios productores. Esto, además, permite sostener la tarifa unitaria de agua en niveles que generan una mayor recaudación.

El cuarto resultado, el IHH no resulta significativo. El R cuadrado (R-sq) muestra cuánto de la varianza de Y es explicada por las variables incluidas en el modelo.

Se reporta el R-sq (overall) para mostrar el índice de ajuste a nivel de todo el modelo, que es 0.5773.

Asimismo, para la Junta de Moche se presentan tres escenarios de las relaciones entre la variable dependiente y las variables independientes o explicativas del modelo (véase cuadro 2).

**Cuadro 2**

<b>Escenarios: Junta de Usuarios de Moche (2004-2011)</b>			
<b>Determinantes de la brecha entre recaudación recibida y esperada</b>			
	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Número de regantes</b>	-0.298***	-0.300***	-0.298***
	(-0.0605)	(-0.0572)	(-0.0605)
<b>Crecimiento del VBP</b>	0.246	0.246	0.247
	(-0.719)	(-0.719)	(-0.827)
<b>Tasa de inflación local</b>	121.0***	121.0***	
	(-23.97)	(-23.97)	
<b>IHH</b>	-346		-346
	(-1014)		(-1014)
<b>Constante</b>	-82.49**	-85.22**	75.59***
	(-41.72)	(-40.11)	(-27.61)
<b>Obs.</b>	88	88	88
<b>Número de grupos</b>	11	11	11
/ Errores estándar dentro de los paréntesis			
// *** p<0.01, significativo al 99%; ** p<0.05, significativo al 95%			

Elaboración propia con base en las estadísticas del INEI, del MINAGRI y de la Junta de Usuarios del río Moche.

El primer escenario es el analizado anteriormente, en que resultan significativas al 99% las variables correspondientes al número de regantes y a la tasa de inflación local. El segundo escenario, en que se retira el IHH de la regresión, siempre resultan significativas las mismas variables del primer escenario, también al 99%. El tercer escenario, en que se retira la tasa de inflación local, solo resulta significativa al 99% la variable número de regantes, en la explicación de la brecha.

### 1.5.2. Estimaciones para la Junta de Usuarios de la Cuenca del Río Virú

Los resultados de la regresión para la Junta de Virú se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3**

<b>Regresión de efectos aleatorios:</b>						
<b>Determinantes de la brecha entre recaudación recibida y esperada - Junta de Virú</b>						
	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>Intervalo de Confianza al 95%</b>	
<b>Número de Regantes</b>	-0.0040542	0.1243	-0.03	0.974	-0.2477	0.2396
<b>Crecimiento del VBP</b>	1.063751	0.5153	2.06	0.039	0.0537	2.0737
<b>Tasa de Inflación local</b>	77.71953	17.1726	4.53	0.000	44.0617	111.3773
<b>IHH</b>	-3021.347	1336.283	-2.26	0.024	-206.8572	-402.2813

R-sq: within 0.2178, between 0.4863, overall 0.4196

Observaciones: 104

Grupos: 13

Wald chi2(4): 34.25

Prob > chi2: 0.000

Elaboración propia con base en las estadísticas del INEI, del MINAGRI y de la Junta de Usuarios del río Virú.

El resultado para la variable número de regantes, en la explicación de la brecha entre recaudación recibida y esperada, no es significativo. En este caso, la teoría de la acción colectiva que postula que el número de integrantes es fundamental para el desarrollo de la cooperación no se corrobora con la evidencia empírica.

El resultado para la tasa de crecimiento del VBP agrícola de la región es significativo al 95% en la explicación de la brecha. Quiere decir que un punto de crecimiento de la producción agrícola de la región permite la disminución de 1.06375 unidades monetarias en la brecha. Dado que se ha tomado con un rezago de un año, su impacto es en la decisión de los productores en el siguiente año, cuya expectativa será elevar la producción y por tanto demandar más agua, lo que aumenta la recaudación recibida por la junta.

El resultado para la tasa de inflación local resulta significativo al 99%. Este resultado indica que la brecha se reduce cuando la tasa de inflación local varía (sube) en 1 punto porcentual. La relación en este caso es positiva, es decir, la brecha se reduce en 77.7195 unidades monetarias cuando la tasa de inflación local aumenta en 1 punto. La interpretación de este resultado sería que un incremento en los precios de los bienes agrícolas que los productores venden incentiva a una mayor producción de los mismos y, por consiguiente, a demandar una mayor cantidad de agua de riego. Esto permite sostener la tarifa unitaria de agua en niveles que generan una mayor recaudación recibida por la junta.

El resultado para el IHH resulta significativo al 95% para explicar la brecha en la Junta de Virú. La relación con respecto a la brecha es negativa, lo cual puede interpretarse como que una mayor concentración de la tierra bajo riego otorga mayor poder de negociación a las comisiones de regantes para que la tarifa sea menor, tal como fuera postulado en la especificación del modelo.

El R cuadrado (R-sq) que se reporta es el R-sq (overall) para mostrar el índice de ajuste a nivel de todo el modelo, que es 0.4196.

Asimismo, para la Junta de Virú se presentan tres escenarios de las relaciones entre la variable dependiente y las variables independientes o explicativas del modelo (véase cuadro 4).

**Cuadro 4**

**Escenarios: Junta de Usuarios de Virú (2004-2011)**

<b>Determinantes de la brecha entre la recaudación recibida y la esperada</b>			
	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Número de regantes</b>	-0.00405	-0.193*	-0.00405
	(-0.124)	(-0.108)	(-0.124)
<b>Crecimiento del VBP</b>	1.064**	1.064**	1.068*
	(-0.515)	(-0.515)	(-0.568)
<b>Tasa de inflación local</b>	77.72***	77.72***	
	(-17.17)	(-17.17)	
<b>IHH</b>	-3,021**		-3,021**
	(-1336)		(-1336)
<b>Constante</b>	-143.5***	-135.7***	-42.01*
	(-32.35)	(-35.1)	(-23.34)
<b>Obs.</b>	104	104	104
<b>Número de grupos</b>	13	13	13
/ Errores estándar dentro de los paréntesis			
// *** p<0.01, significativo al 99%; ** p<0.05, significativo al 95%; * p<0.1, significativo al 90%			

Elaboración propia con base en las estadísticas del INEI, del MINAGRI y de la Junta de Usuarios del río Virú.

El primer escenario ha sido analizado anteriormente, y es donde resultan significativas las variables, tasa de inflación local al 99%, y el crecimiento del VBP agrícola y el IHH al 95%, con las características ya analizadas en la relación con la variable dependiente. El segundo escenario, en que retiramos el IHH de la regresión, siempre resulta significativa la tasa de inflación local al 99%, pero esta vez aparece también como significativo el número de regantes al 90% y el crecimiento del VBP agrícola al 95%. El tercer escenario, en que retiramos la tasa de inflación local, resultan significativos el IHH al 95% y el crecimiento del VBP agrícola al 90%, mientras que el número de regantes no resulta significativo para explicar la brecha.

## **1.6. Conclusiones**

La presente investigación se propuso como un aporte metodológico a los estudios y a la literatura sobre acción colectiva y recursos comunes, en relación con la incorporación de la dimensión temporal, desde una perspectiva estadística. Es así como, mediante la utilización de un modelo de panel de efectos aleatorios, se ha buscado identificar y comprender los factores que fortalecen o hacen sostenible la acción colectiva de los grupos de regantes en los valles de Moche y Virú, de la costa peruana. Los resultados señalan que no es un único factor, sino que son diversos factores, al parecer relacionados entre sí, los que contribuyen a la sostenibilidad de la acción colectiva en las organizaciones de riego del caso de estudio, cuya base se encuentra en el cobro de la tarifa de agua de riego.

Asimismo, la convergencia de dos acciones estatales, la primera en 1989 y la segunda en 1994, han sido fundamentales para el fortalecimiento de las Juntas de Usuarios del agua de riego de los valles de Moche y Virú; y, por tanto, han contribuido a la sostenibilidad de la acción colectiva de los grupos de regantes.

En 1989, el Estado peruano transfirió la capacidad de cobrar la tarifa de agua a las Juntas de Usuarios de los ríos de los distintos valles del país; en 1994 se amplió la disponibilidad del recurso hídrico en forma permanente para los valles de Moche, Virú y Chao, mediante la entrada en actividad del proyecto de irrigación Chavimochic.

Desde el Estado y conjuntamente con el poder de cobrar la tarifa de agua, las juntas de usuarios también recibieron la responsabilidad de la operación y administración de la infraestructura hidráulica. Esta transferencia de funciones, por parte de la política pública sobre el agua en el país, ha sido un aspecto fundamental para el fortalecimiento de la acción colectiva de las Juntas de Usuarios de Moche y Virú, que tienen a su cargo la gestión del agua de riego. Según el modelo utilizado, el tamaño de los grupos que establecen la tarifa de agua da un resultado significativo para hacer sostenible la acción colectiva en el caso de la Junta de Moche, pero no así en la Junta de Virú. Sin embargo, en ambos casos es el movimiento positivo de los precios agrícolas el que resulta significativo para fortalecer la acción colectiva de los grupos de regantes.

Otra acción estatal que contribuye a la sostenibilidad de la acción colectiva es la puesta en marcha del proyecto de irrigación Chavimochic en 1994, y que consiste en la derivación de aguas del río Santa, uno de los cauces más importantes de la costa peruana, hacia los valles de Chao, Virú y Moche, y hacia las zonas desérticas de los inter-valles, mediante la construcción de un canal-madre de varios kilómetros de longitud, lo que ha permitido ampliar la frontera agrícola y tener un sistema de riego permanente en la zona.

Lo anterior ha influido en el crecimiento del Valor Bruto de Producción Agrícola y en las posibilidades de mejora de los precios e ingresos por los bienes agrícolas, que son de demanda local e internacional. Se observa que tanto el movimiento positivo de los precios agrícolas, en las Juntas de Moche y Virú, como el aumento del valor de la producción agrícola, en la Junta de Virú, son factores relevantes para la sostenibilidad de la acción colectiva en los grupos de regantes, haciendo

posible que la tarifa recibida esté en relación con la tarifa esperada en las Juntas de Usuarios.

Por otro lado, el proyecto ha permitido la mejora de los servicios públicos en el ámbito rural y urbano, los cuales corren a cargo de los municipios o gobiernos locales. Uno de los principales servicios públicos que fue ampliado es el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Trujillo, que cuenta con más de 900,000 habitantes, mediante la utilización de las aguas del proyecto, cuyo canal-madre llega hasta el valle de Moche.

Sin embargo, la sostenibilidad de la acción colectiva en la gestión del agua de riego se ve amenazada por problemas complejos y de dimensión internacional. Uno de ellos es el cambio climático, que tiene como efecto la disminución de los glaciares de la Cordillera Blanca que alimentan al río Santa. Esto colocaría en riesgo la demanda hídrica de los valles del proyecto Chavimochic, ya que la disponibilidad del agua derivada disminuiría y abriría conflictos por la escasez del recurso. Otro problema que agudiza al anterior es la creciente demanda hídrica por parte de productores que cultivan bienes de exportación con altos requerimientos de agua, como espárrago, uva, palto y arándanos.

La oportunidad está abierta para enfrentar el desafío de tener una gestión eficiente y equitativa del agua en la región, tanto para el uso productivo como para el uso doméstico. La existencia de organizaciones de usuarios con experiencia en gestión y distribución del recurso hídrico en la producción agrícola, y de proyectos para mejorar el abastecimiento de agua potable de las poblaciones, es una ventaja para una política pública que, en específico, en los valles de Moche y Virú busque prevenir los conflictos hídricos y contribuya al fortalecimiento de la acción colectiva que promueva una gestión sostenible del agua.

Finalmente, la política pública también debiera colocar un énfasis en dotar de mayores capacidades a los órganos técnicos de las Juntas de Usuarios de

agua, a fin de que puedan desarrollar adecuadamente sus funciones, tales como: el acopio de información estadística sobre los flujos de agua de los ríos, los datos del uso de agua subterránea, la tenencia y cambios en la propiedad de la tierra de sus respectivas jurisdicciones.



## 1.7. Bibliografía

- Agrawal, A. (1996). Successful collective action among village forest management institutions in the Indian Himalayas. *Himalayan Research Bulletin*, 16(1). <http://digitalcommons.maclester.edu/himalaya/vol16/iss1/7>
- Agrawal, A. (2001). Common property institutions and sustainable governance of resources. *World development*, 29(10). [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00063-8](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00063-8)
- Agrawal, A. y Goyal, S. (2001). Group size and collective action. Third-party monitoring in common-pool resources. *Comparative Political Studies*, 34(1). <https://doi.org/10.1177/0010414001034001003>
- Araral Jr, E. (2009). What explains collective action in the commons? Theory and evidence from the Philippines. *World development*, 37(3). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.002>
- Aste, N. (2018). *Evaluación de la demanda hídrica agrícola actual y futuros riesgos en la costa peruana mediante el caso del Proyecto Especial Chavimochic en La Libertad*. Tesis de Licenciatura en Geografía y Medio Ambiente. Lima: PUCP.
- Autoridad Nacional del Agua (2015a). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Autoridad Nacional del Agua (2015b). *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. Lima: ANA.
- Baland, J. M. y Platteau, J. P. (1996). *Halting degradation of natural resources: is there a role for rural communities?* Nueva York: Oxford University Press.
- Bardhan, P. (2000). Irrigation and cooperation: An empirical analysis of 48 irrigation communities in South India. *Economic Development and cultural change*, 48(4). <https://doi.org/10.1086/452480>
- Bury, J.; Mark, B.; Carey, M.; Young, K.; McKenzie, J.; Baraer, M.; French, M. & Polk, M. (2013). New Geographies of Water and Climate Change in Peru: Coupled Natural and Social Transformations in the Santa River Watershed. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2): 363-374. <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754665>

- Chang, H. y Evans, P. (2007). El papel de las instituciones en el cambio económico. En P. Evans (Ed.), *Instituciones desarrollo en la era de la globalización neoliberal*. Bogotá: ILSA.
- Cody, K. C., Smith, S. M., Cox, M. y Andersson, K. (2015). Emergence of collective action in a groundwater commons: irrigators in the San Luis Valley of Colorado. *Society & Natural Resources*, 28(4). <https://doi.org/10.1080/08941920.2014.970736>
- Damonte, G., y Gonzales, I. (2018). Política pública, relaciones de poder y conflicto de intereses en la gestión del agua en Ica. En Oré, M.T. y Muñoz, I. (Eds.), *Aguas en Disputa: Ica y Huancavelica, entre el entrampamiento y el diálogo*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Fischer, E. y Qaim, M. (2014). Smallholder farmers and collective action: What determines the intensity of participation? *Journal of Agricultural Economics*, 65(3). <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12060>
- Gardner R., Ostrom, E. y Walker, J.M. (1990). The nature of common-pool resource problems. *Rationality and Society*, 2(3). <https://doi.org/10.1177/1043463190002003005>
- González, F. (2002). Benchmarking for irrigation systems: experience and possibilities. En F. González y S. Salman (Eds.), *Institutional reform for irrigation and drainage: proceedings of a World Bank Workshop*. Washington: World Bank.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859). <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- INEI (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*. Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Inga, A. (2016). El proyecto de Chavimochic y su impacto en la economía del departamento de La Libertad. *Ex Cathedra en Negocios*, 1(2). Trujillo: UCV.
- Ito, J. (2012). Collective action for local commons management in rural Yunnan, China. Empirical evidence and hypotheses using evolutionary game theory. *Land economics*, 88(1). <https://www.jstor.org/stable/41307686>
- Ludema, R. y Mayda, A.M. (2006). ¿Do countries free ride on MFN? *Journal of International Economics*, 77(2). <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.08.004>

- Marshall, A. (2014). *Apropiarse del desierto. Agricultura globalizada y dinámicas socioambientales en la Costa peruana: El caso de los oasis de Virú e Ica-Villacuri*. Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Mayer, E. (2009). *Cuentos feos de la reforma agraria peruana*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- MINAGRI (2008). Anexo 2. Proyecto de irrigación Chavimochic [Mapa]. En: *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario 2009-2015*. Trujillo: Oficina de Planificación Agraria de la Gerencia Regional de Agricultura del Gobierno Regional de La Libertad (p. 23). Recuperado el 12 de julio de 2019. [www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/la-libertad.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/la-libertad.pdf)
- MINAGRI (2015). Reglamento de la Ley N° 30157, Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua. DS-005-2015-Ministerio de Agricultura y Riego, Perú.
- Muñoz, I. (2009). Grupos de regantes y acción colectiva en la distribución del agua en el valle de Virú. *Revista Debates en Sociología*, (34). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Nagrah, A., Chaudhry, A. M. y Giordano, M. (2016). Collective action in decentralized irrigation systems: Evidence from Pakistan. *World Development*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.02.003>
- Olson, M. (1965). *Logic of collective action: Public goods and the theory of groups*. Harvard University Press.
- Olson, M. (1982). *The Rise and Decline of Nations: Economic Growth, Stagflation, and Social Rigidities*. Harvard University Press.
- Oré, M. T. y Geng, D. (2014). Políticas públicas del agua en las regiones: las vicisitudes para la creación del Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Ica-Huancavelica. En M. T. Oré y G. Damonte (Eds.), *Escasez de agua en la cuenca del río Ica*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2009). Collective action theory. En C. Boix y S. Stokes (Eds.), *Oxford handbook of comparative politics*. Oxford: Oxford University Press.
- Ostrom, E., Lam, W. F., Pradhan, P. y Shivakoti, G. (2011). *Improving irrigation in Asia: sustainable performance of an innovative intervention in Nepal*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

- PECH (2016). *Sistema de tratamiento de agua potable de Trujillo*. Proyecto Especial Chavimochic - Gobierno Regional de La Libertad, Perú.
- Poteete, A.; Janssen M.; y Ostrom, E. (2010). *Working together: collective action, the commons, and multiple methods in practice*. Princeton University Press.
- Putterman, L. (1983). A modified collective agriculture in rural growth-with-equity: reconsidering the private unimodal solution. *World Development*, 11(2). [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(83\)90061-X](https://doi.org/10.1016/0305-750X(83)90061-X)
- Ruttan, L. (2008). Economic heterogeneity and the commons: Effects on collective action and collective goods provisioning. *World Development*, 36(5). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.05.005>
- Verzija, A. y Domínguez, C. (2015). The powers of water-user associations: on multiplicity, fluidity, and durability in the Peruvian Andes. *International Journal of the Commons*, 9(1). <http://doi.org/10.18352/ijc.537>
- Villamayor-Tomas, S. (2014). Cooperation in common property regimes under extreme drought conditions: Empirical evidence from the use of pooled transferable quotas in Spanish irrigation systems. *Ecological Economics*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.005>
- Vos, J. (2006). *Pirámides de agua: construcción e impacto de imperios de riego en la costa norte del Perú* (Vol. 4). Instituto de Estudios Peruanos.
- Vos, J., y Marshall, A. (2017). Conquering the Desert: Drip Irrigation in the Chavimochic System in Peru. In J-P Venot; M Kuper; M. Zwarteveen (Eds.), *Drip Irrigation for Agriculture. Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*. Oxon: Earthscan/Routledge.
- Wade, R. (1987). The management of common property resources: collective action as an alternative to privatization or state regulation. *Cambridge Journal of Economics*, 11(2). <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035024>
- Wade, R. (1988). *Village republics: Economic conditions for collective action in South India*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walker, J.M., Gardner, R., y Ostrom, E. (1990). Rent dissipation in a limited-access common-pool resource: Experimental evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 19(3). [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(90\)90069-B](https://doi.org/10.1016/0095-0696(90)90069-B)
- Zegarra, E. (2014). *Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión*. Lima: GRADE.

Zegarra, E. y Quezada, B. (2010). Hacia un nuevo esquema de fijación de tarifas de agua para fines agrarios en la costa del Perú. En M.d.P. García (Comp.), *Gestión integrada de recursos hídricos: instrumentos financieros y económicos*, tomo 3. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.



### Anexo 1: Ubicación de los valles de Moche y Virú



Fuente: elaboración propia.

### Anexo 2: Proyecto de Irrigación Chavimochic



Fuente y elaboración: Ministerio de Agricultura (2008: 23).

Anexo 3: Tabla – Junta de Usuarios de Moche

Comisión de Usuarios (regantes)	Año	Tarifa Fija en US\$	Tipo de Cambio (soles por dólar)	Área Bajo Riego (has)	Recaudación anual Recibida (soles)	Recaudación Esperada (soles)	Y (brecha, en soles)	N° de Usuarios (Regantes)	Tasa de Crec. VBA de Prod. Agropec.	Variación de precios local (decimal y rezago)	Indice de Herfindhal
El Moro	2004	75.00	3.41	830.28	123650.90	212344.11	-88693.21	240.00	5.18	0.0130	0.00388
El Moro	2005	75.00	3.29	830.28	152591.91	204871.59	-52279.68	240.00	-13.34	0.2012	0.00388
El Moro	2006	75.00	3.27	830.28	181081.29	203626.17	-22544.88	240.00	6.58	-0.0649	0.00388
El Moro	2007	75.00	3.12	830.28	137835.05	194285.52	-56450.47	240.00	8.15	0.0280	0.00388
El Moro	2008	75.00	2.92	830.28	132654.68	181831.32	-49176.64	240.00	10.10	0.0735	0.00388
El Moro	2009	75.00	3.01	830.28	137779.77	187435.71	-49655.94	240.00	4.26	0.2655	0.00388
El Moro	2010	75.00	2.82	830.28	168875.08	175604.22	-6729.14	240.00	4.51	-0.0185	0.00388
El Moro	2011	75.00	2.75	830.28	209239.12	171245.25	37993.87	240.00	3.63	-0.0363	0.00388
Huatape	2004	75.00	3.41	1221.50	197736.21	312398.63	-114662.42	296.00	5.18	0.0130	0.00839
Huatape	2005	75.00	3.29	1221.50	260914.78	301405.13	-40490.35	296.00	-13.34	0.2012	0.00839
Huatape	2006	75.00	3.27	1221.50	229791.55	299572.88	-69781.33	296.00	6.58	-0.0649	0.00839
Huatape	2007	75.00	3.12	1221.50	234062.86	285831.00	-51768.14	296.00	8.15	0.0280	0.00839
Huatape	2008	75.00	2.92	1221.50	242704.00	267508.50	-24804.50	296.00	10.10	0.0735	0.00839
Huatape	2009	75.00	3.01	1221.50	280156.42	275753.63	4402.80	296.00	4.26	0.2655	0.00839
Huatape	2010	75.00	2.82	1221.50	351398.17	258347.25	93050.92	296.00	4.51	-0.0185	0.00839
Huatape	2011	75.00	2.75	1221.50	464627.80	251934.38	212693.43	296.00	3.63	-0.0363	0.00839
Los Comunes	2004	75.00	3.41	897.21	229326.47	229461.46	-134.99	157.00	5.18	0.0130	0.00452
Los Comunes	2005	75.00	3.29	897.21	254618.49	221386.57	33231.92	157.00	-13.34	0.2012	0.00452
Los Comunes	2006	75.00	3.27	897.21	271398.85	220040.75	51358.10	157.00	6.58	-0.0649	0.00452
Los Comunes	2007	75.00	3.12	897.21	227454.26	209947.14	17507.12	157.00	8.15	0.0280	0.00452
Los Comunes	2008	75.00	2.92	897.21	230334.17	196488.99	33845.18	157.00	10.10	0.0735	0.00452
Los Comunes	2009	75.00	3.01	897.21	236526.71	202545.16	33981.55	157.00	4.26	0.2655	0.00452
Los Comunes	2010	75.00	2.82	897.21	274136.48	189759.92	84376.57	157.00	4.51	-0.0185	0.00452
Los Comunes	2011	75.00	2.75	897.21	316507.84	185049.56	131458.28	157.00	3.63	-0.0363	0.00452
Mochica Alta	2004	75.00	3.41	2751.56	522027.36	703711.47	-181684.11	360.00	5.18	0.0130	0.04256
Mochica Alta	2005	75.00	3.29	2751.56	597937.98	678947.43	-81009.45	360.00	-13.34	0.2012	0.04256
Mochica Alta	2006	75.00	3.27	2751.56	682564.72	674820.09	7744.63	360.00	6.58	-0.0649	0.04256
Mochica Alta	2007	75.00	3.12	2751.56	523220.24	643865.04	-120644.80	360.00	8.15	0.0280	0.04256
Mochica Alta	2008	75.00	2.92	2751.56	573851.61	602591.64	-28740.03	360.00	10.10	0.0735	0.04256
Mochica Alta	2009	75.00	3.01	2751.56	507987.34	621164.67	-113177.33	360.00	4.26	0.2655	0.04256
Mochica Alta	2010	75.00	2.82	2751.56	601871.30	581954.94	19916.36	360.00	4.51	-0.0185	0.04256
Mochica Alta	2011	75.00	2.75	2751.56	666272.38	567509.25	98763.13	360.00	3.63	-0.0363	0.04256
Poroto	2004	34.00	3.41	1900.45	124337.10	220338.17	-96001.07	623.00	5.18	0.0130	0.02030
Poroto	2005	34.00	3.29	1900.45	66996.73	212584.34	-145587.61	623.00	-13.34	0.2012	0.02030
Poroto	2006	34.00	3.27	1900.45	59239.04	211292.03	-152052.99	623.00	6.58	-0.0649	0.02030
Poroto	2007	34.00	3.12	1900.45	48503.56	201599.74	-153096.18	623.00	8.15	0.0280	0.02030
Poroto	2008	34.00	2.92	1900.45	47789.56	188676.68	-140887.12	623.00	10.10	0.0735	0.02030
Poroto	2009	34.00	3.01	1900.45	89148.54	194492.05	-105343.51	623.00	4.26	0.2655	0.02030
Poroto	2010	34.00	2.82	1900.45	59157.24	182215.15	-123057.91	623.00	4.51	-0.0185	0.02030
Poroto	2011	34.00	2.75	1900.45	94134.47	177692.08	-83557.61	623.00	3.63	-0.0363	0.02030
Quirihucac	2004	34.00	3.41	993.22	108210.70	115153.93	-6943.23	439.00	5.18	0.0130	0.00555
Quirihucac	2005	34.00	3.29	993.22	100093.14	111101.59	-11008.45	439.00	-13.34	0.2012	0.00555
Quirihucac	2006	34.00	3.27	993.22	130071.42	110426.20	19645.22	439.00	6.58	-0.0649	0.00555
Quirihucac	2007	34.00	3.12	993.22	108143.50	105360.78	2782.72	439.00	8.15	0.0280	0.00555
Quirihucac	2008	34.00	2.92	993.22	95385.86	98606.88	-3221.02	439.00	10.10	0.0735	0.00555
Quirihucac	2009	34.00	3.01	993.22	125386.05	101646.13	23739.92	439.00	4.26	0.2655	0.00555
Quirihucac	2010	34.00	2.82	993.22	142943.72	95229.93	47713.79	439.00	4.51	-0.0185	0.00555
Quirihucac	2011	34.00	2.75	993.22	123974.44	92866.07	31108.37	439.00	3.63	-0.0363	0.00555
Samne	2004	34.00	3.41	1087.30	4830.30	126061.56	-121231.26	605.00	5.18	0.0130	0.00665
Samne	2005	34.00	3.29	1087.30	8936.40	121625.38	-112688.98	605.00	-13.34	0.2012	0.00665
Samne	2006	34.00	3.27	1087.30	12513.59	120886.01	-108372.42	605.00	6.58	-0.0649	0.00665
Samne	2007	34.00	3.12	1087.30	10797.42	115340.78	-104543.36	605.00	8.15	0.0280	0.00665
Samne	2008	34.00	2.92	1087.30	16051.78	107947.14	-91895.36	605.00	10.10	0.0735	0.00665
Samne	2009	34.00	3.01	1087.30	15396.67	111274.28	-95877.61	605.00	4.26	0.2655	0.00665
Samne	2010	34.00	2.82	1087.30	17857.83	104250.32	-86392.49	605.00	4.51	-0.0185	0.00665
Samne	2011	34.00	2.75	1087.30	11288.00	101662.55	-90374.55	605.00	3.63	-0.0363	0.00665
Simbal	2004	34.00	3.41	607.62	6779.40	70447.46	-63668.06	300.00	5.18	0.0130	0.00208
Simbal	2005	34.00	3.29	607.62	7965.50	67968.37	-60002.87	300.00	-13.34	0.2012	0.00208
Simbal	2006	34.00	3.27	607.62	6515.44	67555.19	-61039.75	300.00	6.58	-0.0649	0.00208
Simbal	2007	34.00	3.12	607.62	9595.37	64456.33	-54860.96	300.00	8.15	0.0280	0.00208
Simbal	2008	34.00	2.92	607.62	11114.29	60324.51	-49210.22	300.00	10.10	0.0735	0.00208
Simbal	2009	34.00	3.01	607.62	14404.18	62183.83	-47779.65	300.00	4.26	0.2655	0.00208
Simbal	2010	34.00	2.82	607.62	12722.80	58258.61	-45535.81	300.00	4.51	-0.0185	0.00208
Simbal	2011	34.00	2.75	607.62	18682.42	56812.47	-38130.05	300.00	3.63	-0.0363	0.00208
Sta. Lucía de Moche	2004	75.00	3.41	902.04	40895.20	230696.73	-189801.53	780.00	5.18	0.0130	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2005	75.00	3.29	902.04	54022.60	222578.37	-168555.77	780.00	-13.34	0.2012	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2006	75.00	3.27	902.04	32577.53	221225.31	-188647.78	780.00	6.58	-0.0649	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2007	75.00	3.12	902.04	19384.52	211077.36	-191692.84	780.00	8.15	0.0280	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2008	75.00	2.92	902.04	51166.05	197546.76	-146380.71	780.00	10.10	0.0735	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2009	75.00	3.01	902.04	45066.48	203635.53	-158569.05	780.00	4.26	0.2655	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2010	75.00	2.82	902.04	45742.42	190781.46	-145039.04	780.00	4.51	-0.0185	0.00457
Sta. Lucía de Moche	2011	75.00	2.75	902.04	52160.86	186045.75	-133884.89	780.00	3.63	-0.0363	0.00457
Sta. Maria Valdivia	2004	75.00	3.41	1004.83	146935.84	256985.27	-110049.43	321.00	5.18	0.0130	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2005	75.00	3.29	1004.83	162526.74	247941.80	-85415.06	321.00	-13.34	0.2012	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2006	75.00	3.27	1004.83	188417.17	246434.56	-58017.39	321.00	6.58	-0.0649	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2007	75.00	3.12	1004.83	157337.50	235130.22	-77792.72	321.00	8.15	0.0280	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2008	75.00	2.92	1004.83	159577.13	220057.77	-60480.64	321.00	10.10	0.0735	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2009	75.00	3.01	1004.83	140174.32	226840.37	-86666.05	321.00	4.26	0.2655	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2010	75.00	2.82	1004.83	174610.02	212521.55	-37911.53	321.00	4.51	-0.0185	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2011	75.00	2.75	1004.83	225271.83	207246.19	18025.64	321.00	3.63	-0.0363	0.00568
Vichanzao	2004	75.00	3.41	1141.86	290427.81	292030.70	-1602.88	203.00	5.18	0.0130	0.00733
Vichanzao	2005	75.00	3.29	1141.86	320518.30	281753.96	38764.35	203.00	-13.34	0.2012	0.00733

Sta. Maria Valdivia	2004	75.00	3.41	1004.83	146935.84	256985.27	-110049.43	321.00	5.18	0.0130	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2005	75.00	3.29	1004.83	162526.74	247941.80	-85415.06	321.00	-13.34	0.2012	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2006	75.00	3.27	1004.83	188417.17	246434.56	-58017.39	321.00	6.58	-0.0649	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2007	75.00	3.12	1004.83	157337.50	235130.22	-77792.72	321.00	8.15	0.0280	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2008	75.00	2.92	1004.83	159577.13	220057.77	-60480.64	321.00	10.10	0.0735	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2009	75.00	3.01	1004.83	140174.32	226840.37	-86666.05	321.00	4.26	0.2655	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2010	75.00	2.82	1004.83	174610.02	212521.55	-37911.53	321.00	4.51	-0.0185	0.00568
Sta. Maria Valdivia	2011	75.00	2.75	1004.83	225271.83	207246.19	18025.64	321.00	3.63	-0.0363	0.00568
Vichanzao	2004	75.00	3.41	1141.86	290427.81	292030.70	-1602.88	203.00	5.18	0.0130	0.00733
Vichanzao	2005	75.00	3.29	1141.86	320518.30	281753.96	38764.35	203.00	-13.34	0.2012	0.00733
Vichanzao	2006	75.00	3.27	1141.86	341598.39	280041.17	61557.23	203.00	6.58	-0.0649	0.00733
Vichanzao	2007	75.00	3.12	1141.86	267127.52	267195.24	-67.72	203.00	8.15	0.0280	0.00733
Vichanzao	2008	75.00	2.92	1141.86	261187.04	250067.34	11119.70	203.00	10.10	0.0735	0.00733
Vichanzao	2009	75.00	3.01	1141.86	241130.44	257774.90	-16644.45	203.00	4.26	0.2655	0.00733
Vichanzao	2010	75.00	2.82	1141.86	333642.71	241503.39	92139.32	203.00	4.51	-0.0185	0.00733
Vichanzao	2011	75.00	2.75	1141.86	399058.70	235508.63	163550.08	203.00	3.63	-0.0363	0.00733

Fuente: Junta de Usuarios de Moche. INEI. Zegarra (2014: 109-110). Elaboración propia.

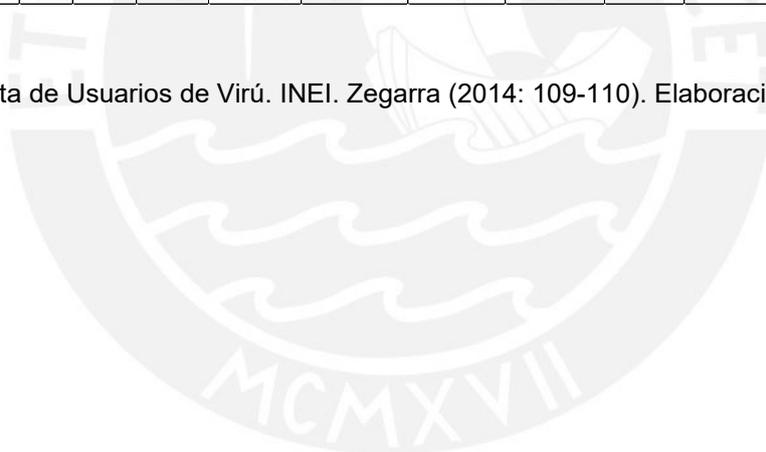


Anexo 4: Tabla – Junta de Usuarios de Virú

Comisión de Usuarios (regantes)	Año	Tarifa Fija en US\$	Tipo de Cambio (soles por dólar)	Área Bajo Riego (has)	Recaudación anual Recibida (soles)	Recaudación Esperada (soles)	Y (brecha, en soles)	N° de Usuarios (Regantes)	Tasa de Crec. VBA de Prod. Agropec.	Variación de precios local (decimal y rezago)	Índice de Herfindal Hirschman
CANAL RAMOS	2004	75.00	3.41	981.5259	52546.08	251025.25	-198479.16	184	5.180365	0.013	0.006972969
CANAL RAMOS	2005	75.00	3.29	981.5259	52709.03	242191.52	-189482.48	184	-13.3364	0.20	0.006972969
CANAL RAMOS	2006	75.00	3.27	981.5259	61742.34	240719.23	-178976.89	184	6.583847	-0.06	0.006972969
CANAL RAMOS	2007	75.00	3.12	981.5259	57834.21	229677.06	-171842.85	184	8.153397	0.03	0.006972969
CANAL RAMOS	2008	75.00	2.92	981.5259	50560.75	214954.17	-164393.42	184	10.09505	0.07	0.006972969
CANAL RAMOS	2009	75.00	3.01	981.5259	74751.52	221579.47	-146827.95	184	4.259183	0.27	0.006972969
CANAL RAMOS	2010	75.00	2.82	981.5259	88549.85	207592.73	-119042.88	184	4.509518	-0.02	0.006972969
CANAL RAMOS	2011	75.00	2.75	981.5259	139304.88	202439.72	-63134.84	184	3.626837	-0.04	0.006972969
EL CARMELO	2004	75.00	3.41	1260.32	98077.25	322326.84	-224249.59	129	5.180365	0.013	0.011496771
EL CARMELO	2005	75.00	3.29	1260.32	98381.39	310983.96	-212602.57	129	-13.3364	0.20	0.011496771
EL CARMELO	2006	75.00	3.27	1260.32	115242.05	309093.48	-193851.43	129	6.583847	-0.06	0.011496771
EL CARMELO	2007	75.00	3.12	1260.32	107947.53	294914.88	-186967.35	129	8.153397	0.03	0.011496771
EL CARMELO	2008	75.00	2.92	1260.32	94371.62	276010.08	-181638.46	129	10.09505	0.07	0.011496771
EL CARMELO	2009	75.00	3.01	1260.32	154646.13	284517.24	-129871.11	129	4.259183	0.27	0.011496771
EL CARMELO	2010	75.00	2.82	1260.32	177811.28	266557.68	-88746.40	129	4.509518	-0.02	0.011496771
EL CARMELO	2011	75.00	2.75	1260.32	270880.69	259941.00	10939.69	129	3.626837	-0.04	0.011496771
EL CERRITO	2004	75.00	3.41	374.74	27386.71	95839.76	-68453.05	96	5.180365	0.013	0.001016423
EL CERRITO	2005	75.00	3.29	374.74	27471.64	92467.10	-64995.46	96	-13.3364	0.20	0.001016423
EL CERRITO	2006	75.00	3.27	374.74	32179.74	91904.99	-59725.24	96	6.583847	-0.06	0.001016423
EL CERRITO	2007	75.00	3.12	374.74	30142.85	87689.16	-57546.31	96	8.153397	0.03	0.001016423
EL CERRITO	2008	75.00	2.92	374.74	26351.97	82068.06	-55716.09	96	10.09505	0.07	0.001016423
EL CERRITO	2009	75.00	3.01	374.74	39029.16	84597.56	-45568.40	96	4.259183	0.27	0.001016423
EL CERRITO	2010	75.00	2.82	374.74	61319.14	79257.51	-17938.37	96	4.509518	-0.02	0.001016423
EL CERRITO	2011	75.00	2.75	374.74	79582.47	77290.13	2292.35	96	3.626837	-0.04	0.001016423
EL CHOLOQUE	2004	34.00	3.41	603.25	12517.16	69940.81	-57423.64	192	5.180365	0.013	0.002633958
EL CHOLOQUE	2005	34.00	3.29	603.25	12555.98	67479.55	-54923.56	192	-13.3364	0.20	0.002633958
EL CHOLOQUE	2006	34.00	3.27	603.25	14707.83	67069.34	-52361.50	192	6.583847	-0.06	0.002633958
EL CHOLOQUE	2007	34.00	3.12	603.25	13776.87	63992.76	-50215.89	192	8.153397	0.03	0.002633958
EL CHOLOQUE	2008	34.00	2.92	603.25	12044.23	59890.66	-47846.43	192	10.09505	0.07	0.002633958
EL CHOLOQUE	2009	34.00	3.01	603.25	51053.46	61736.61	-10683.14	192	4.259183	0.27	0.002633958
EL CHOLOQUE	2010	34.00	2.82	603.25	62867.99	57839.61	5028.38	192	4.509518	-0.02	0.002633958
EL CHOLOQUE	2011	34.00	2.75	603.25	78756.66	56403.88	22352.79	192	3.626837	-0.04	0.002633958
HUACAPONGO	2004	34.00	3.41	548.56	8329.69	63600.05	-55270.36	127	5.180365	0.013	0.002178023
HUACAPONGO	2005	34.00	3.29	548.56	8355.52	61361.92	-53006.40	127	-13.3364	0.20	0.002178023
HUACAPONGO	2006	34.00	3.27	548.56	9787.50	60988.90	-51201.41	127	6.583847	-0.06	0.002178023
HUACAPONGO	2007	34.00	3.12	548.56	9167.97	58191.24	-49023.27	127	8.153397	0.03	0.002178023
HUACAPONGO	2008	34.00	2.92	548.56	8014.97	54461.04	-46446.07	127	10.09505	0.07	0.002178023
HUACAPONGO	2009	34.00	3.01	548.56	33996.41	56139.63	-22143.22	127	4.259183	0.27	0.002178023
HUACAPONGO	2010	34.00	2.82	548.56	47596.87	52595.93	-4999.06	127	4.509518	-0.02	0.002178023
HUACAPONGO	2011	34.00	2.75	548.56	62352.74	51290.36	11062.38	127	3.626837	-0.04	0.002178023
HUANCACO	2004	75.00	3.41	1524.81	335928.17	389970.16	-54041.99	362	5.180365	0.013	0.01682851
HUANCACO	2005	75.00	3.29	1524.81	336969.90	376246.87	-39276.97	362	-13.3364	0.20	0.01682851
HUANCACO	2006	75.00	3.27	1524.81	394720.01	373959.65	20760.36	362	6.583847	-0.06	0.01682851
HUANCACO	2007	75.00	3.12	1524.81	369735.28	356805.54	12929.74	362	8.153397	0.03	0.01682851
HUANCACO	2008	75.00	2.92	1524.81	323235.89	333933.39	-10697.50	362	10.09505	0.07	0.01682851
HUANCACO	2009	75.00	3.01	1524.81	305642.54	344225.86	-38583.32	362	4.259183	0.27	0.01682851
HUANCACO	2010	75.00	2.82	1524.81	547596.89	322497.32	225099.57	362	4.509518	-0.02	0.01682851
HUANCACO	2011	75.00	2.75	1524.81	125462.28	314492.06	-189029.79	362	3.626837	-0.04	0.01682851
HUANCAQUITO BAJO	2004	75.00	3.41	439.43	39908.78	112384.22	-72475.44	105	5.180365	0.013	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2005	75.00	3.29	439.43	40032.54	108429.35	-68396.81	105	-13.3364	0.20	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2006	75.00	3.27	439.43	46893.34	107770.21	-60876.86	105	6.583847	-0.06	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2007	75.00	3.12	439.43	43925.12	102826.62	-58901.50	105	8.153397	0.03	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2008	75.00	2.92	439.43	38400.92	96235.17	-57834.25	105	10.09505	0.07	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2009	75.00	3.01	439.43	36832.92	99201.32	-62368.40	105	4.259183	0.27	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2010	75.00	2.82	439.43	68947.91	92939.45	-23991.53	105	4.509518	-0.02	0.001397635
HUANCAQUITO BAJO	2011	75.00	2.75	439.43	89071.82	90632.44	-1560.62	105	3.626837	-0.04	0.001397635
QUENETO	2004	34.00	3.41	124.32	29471.69	14413.66	15058.03	33	5.180365	0.013	0.000111866
QUENETO	2005	34.00	3.29	124.32	29563.09	13906.44	15656.65	33	-13.3364	0.20	0.000111866
QUENETO	2006	34.00	3.27	124.32	34629.63	13821.90	20807.73	33	6.583847	-0.06	0.000111866
QUENETO	2007	34.00	3.12	124.32	32437.66	13187.87	19249.80	33	8.153397	0.03	0.000111866
QUENETO	2008	34.00	2.92	124.32	28358.17	12342.49	16015.68	33	10.09505	0.07	0.000111866
QUENETO	2009	34.00	3.01	124.32	16137.46	12722.91	3414.55	33	4.259183	0.27	0.000111866
QUENETO	2010	34.00	2.82	124.32	26064.82	11919.80	14145.02	33	4.509518	-0.02	0.000111866
QUENETO	2011	34.00	2.75	124.32	22607.07	11623.92	10983.15	33	3.626837	-0.04	0.000111866
SAN IDELFONSO	2004	75.00	3.41	942.65	152029.07	241082.74	-89053.66	136	5.180365	0.013	0.006431543
SAN IDELFONSO	2005	75.00	3.29	942.65	152500.52	232598.89	-80098.37	136	-13.3364	0.20	0.006431543
SAN IDELFONSO	2006	75.00	3.27	942.65	178636.16	231184.91	-52548.75	136	6.583847	-0.06	0.006431543
SAN IDELFONSO	2007	75.00	3.12	942.65	167328.96	220580.10	-53251.14	136	8.153397	0.03	0.006431543
SAN IDELFONSO	2008	75.00	2.92	942.65	146285.00	206440.35	-60155.35	136	10.09505	0.07	0.006431543
SAN IDELFONSO	2009	75.00	3.01	942.65	186512.88	212803.24	-26290.36	136	4.259183	0.27	0.006431543
SAN IDELFONSO	2010	75.00	2.82	942.65	236352.64	199370.48	36982.17	136	4.509518	-0.02	0.006431543
SAN IDELFONSO	2011	75.00	2.75	942.65	518063.10	194421.56	323641.54	136	3.626837	-0.04	0.006431543
SANTA CLARA	2004	75.00	3.41	1446.3741	203402.14	369910.18	-166508.04	586	5.180365	0.013	0.015141729
SANTA CLARA	2005	75.00	3.29	1446.3741	204032.90	356892.81	-152859.91	586	-13.3364	0.20	0.015141729
SANTA CLARA	2006	75.00	3.27	1446.3741	239000.19	354723.25	-115723.06	586	6.583847	-0.06	0.015141729
SANTA CLARA	2007	75.00	3.12	1446.3741	223872.11	338451.54	-114579.43	586	8.153397	0.03	0.015141729
SANTA CLARA	2008	75.00	2.92	1446.3741	195717.05	316755.93	-121038.87	586	10.09505	0.07	0.015141729
SANTA CLARA	2009	75.00	3.01	1446.3741	238147.36	326518.95	-88371.59	586	4.259183	0.27	0.015141729
SANTA CLARA	2010	75.00	2.82	1446.3741	278458.70	305908.12	-27449.43	586	4.509518	-0.02	0.015141729
SANTA CLARA	2011	75.00	2.75	1446.3741	318875.49	298314.66	20560.83	586	3.626837	-0.04	0.015141729
SANTA ELENA	2004	75.00	3.41	2800.3032	501967.52	716177.54	-214210.03	426	5.180365	0.013	0.056757639

SAN IDELFONSO	2011	75.00	2.75	942.65	518063.10	194421.56	323641.54	136	3.626837	-0.04	0.006431543
SANTA CLARA	2004	75.00	3.41	1446.3741	203402.14	369910.18	-166508.04	586	5.180365	0.013	0.015141729
SANTA CLARA	2005	75.00	3.29	1446.3741	204032.90	356892.81	-152859.91	586	-13.3364	0.20	0.015141729
SANTA CLARA	2006	75.00	3.27	1446.3741	239000.19	354723.25	-115723.06	586	6.583847	-0.06	0.015141729
SANTA CLARA	2007	75.00	3.12	1446.3741	223872.11	338451.54	-114579.43	586	8.153397	0.03	0.015141729
SANTA CLARA	2008	75.00	2.92	1446.3741	195717.05	316755.93	-121038.87	586	10.09505	0.07	0.015141729
SANTA CLARA	2009	75.00	3.01	1446.3741	238147.36	326518.95	-88371.59	586	4.259183	0.27	0.015141729
SANTA CLARA	2010	75.00	2.82	1446.3741	278458.70	305908.12	-27449.43	586	4.509518	-0.02	0.015141729
SANTA CLARA	2011	75.00	2.75	1446.3741	318875.49	298314.66	20560.83	586	3.626837	-0.04	0.015141729
SANTA ELENA	2004	75.00	3.41	2800.3032	501967.52	716177.54	-214210.03	426	5.180365	0.013	0.056757639
SANTA ELENA	2005	75.00	3.29	2800.3032	503524.14	690974.81	-187450.68	426	-13.3364	0.20	0.056757639
SANTA ELENA	2006	75.00	3.27	2800.3032	589818.43	686774.36	-96955.93	426	6.583847	-0.06	0.056757639
SANTA ELENA	2007	75.00	3.12	2800.3032	552484.48	655270.95	-102786.47	426	8.153397	0.03	0.056757639
SANTA ELENA	2008	75.00	2.92	2800.3032	483001.82	613266.40	-130264.58	426	10.09505	0.07	0.056757639
SANTA ELENA	2009	75.00	3.01	2800.3032	465119.72	632168.45	-167048.73	426	4.259183	0.27	0.056757639
SANTA ELENA	2010	75.00	2.82	2800.3032	453033.39	592264.13	-139230.74	426	4.509518	-0.02	0.056757639
SANTA ELENA	2011	75.00	2.75	2800.3032	446469.59	577562.54	-131092.95	426	3.626837	-0.04	0.056757639
TOMA LOS PAPAYOS	2004	75.00	3.41	396.88	58153.34	101502.06	-43348.72	59	5.180365	0.013	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2005	75.00	3.29	396.88	58333.67	97930.14	-39596.47	59	-13.3364	0.20	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2006	75.00	3.27	396.88	68330.94	97334.82	-29003.88	59	6.583847	-0.06	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2007	75.00	3.12	396.88	64005.77	92869.92	-28864.15	59	8.153397	0.03	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2008	75.00	2.92	396.88	55956.15	86916.72	-30960.57	59	10.09505	0.07	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2009	75.00	3.01	396.88	51676.42	89595.66	-37919.24	59	4.259183	0.27	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2010	75.00	2.82	396.88	137249.92	83940.12	53309.80	59	4.509518	-0.02	0.001140073
TOMA LOS PAPAYOS	2011	75.00	2.75	396.88	124814.61	81856.50	42958.11	59	3.626837	-0.04	0.001140073
ZARAQUE	2004	75.00	3.41	311.0319	6243.99	79546.41	-73302.42	70	5.180365	0.013	0.000700203
ZARAQUE	2005	75.00	3.29	311.0319	6263.35	76747.12	-70483.77	70	-13.3364	0.20	0.000700203
ZARAQUE	2006	75.00	3.27	311.0319	7336.77	76280.57	-68943.80	70	6.583847	-0.06	0.000700203
ZARAQUE	2007	75.00	3.12	311.0319	6872.37	72781.46	-65909.09	70	8.153397	0.03	0.000700203
ZARAQUE	2008	75.00	2.92	311.0319	6008.07	68115.99	-62107.91	70	10.09505	0.07	0.000700203
ZARAQUE	2009	75.00	3.01	311.0319	29465.04	70215.45	-40750.41	70	4.259183	0.27	0.000700203
ZARAQUE	2010	75.00	2.82	311.0319	52875.12	65783.25	-12908.12	70	4.509518	-0.02	0.000700203
ZARAQUE	2011	75.00	2.75	311.0319	167263.89	64150.33	103113.56	70	3.626837	-0.04	0.000700203

Fuente: Junta de Usuarios de Virú. INEI. Zegarra (2014: 109-110). Elaboración propia.



## CAPÍTULO II:

### AGROEXPORTACIÓN Y SOBREEXPLOTACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL VALLE DE ICA EN LA COSTA PERUANA

#### **Resumen**

El crecimiento económico agroexportador en el valle de Ica ha traído consigo la concentración de la tierra y de las fuentes de agua subterránea. Este proceso ha dado mayor poder a las empresas agroexportadoras, las cuales responden individualmente a la demanda del mercado internacional. El incremento en la demanda externa de los productos del valle genera importantes beneficios privados, pero inhibe la acción colectiva para la conservación del acuífero. Cada empresa decide la cantidad de pozos a perforar y el volumen de agua subterránea que debe extraer, dados los requerimientos técnicos de los cultivos y ante una débil regulación pública. La mayor extracción con respecto a la reserva y disponibilidad de agua lleva a un descenso del volumen del acuífero, a un deterioro del recurso común y a la consecuente escasez. La metodología de investigación ha seguido el enfoque de la economía institucional para analizar las interrelaciones entre lo social, lo tecnológico y las políticas públicas en el valle de Ica, buscando situarse en una perspectiva interdisciplinaria.

#### **2.1. Introducción**

El presente ensayo se enfoca en torno a la problemática del agua y la agricultura de exportación en el valle de Ica en la costa peruana. En términos globales, el incremento de la población mundial, la demanda creciente de agua por parte de los sectores productivos y la expansión de las ciudades en un contexto de cambio climático vienen ejerciendo una gran presión sobre la

generación y distribución de los recursos hídricos. La inseguridad de que la disponibilidad de agua esté a la altura de la creciente demanda contribuye a alimentar un escenario de incertidumbre y de desigualdades sociales (Amichi *et al.* 2012; Muñoz 2011).

La pregunta que busca responderse en este trabajo es en qué forma el mercado internacional y la concentración de la tierra pueden conducir a una sobreexplotación de los acuíferos de donde se extrae el agua subterránea con fines productivos, debilitando la acción colectiva y la capacidad estatal reguladora para la conservación de las fuentes de agua del subsuelo (Bekkar *et al.* 2009). La literatura sobre la teoría de la acción colectiva desde un enfoque microeconómico resalta la importancia del problema olsoniano, debido a la existencia del *free rider*; lo mismo que un sistema de incentivos selectivos positivos y negativos que deben establecerse para que la acción colectiva tenga éxito (Olson 1965); o la posibilidad de actuar como grupo de presión a fin de alcanzar objetivos que favorezca a sus integrantes (Olson 1982). Asimismo, gran parte de los estudios de caso que muestran cómo superar el problema del *free rider* se vinculan con la actividad económica en el nivel micro para la conservación de los recursos comunes, como los acuíferos (Ostrom 1990; Uphoff 1985; Wade 1988).

La discusión reciente sobre la teoría de los recursos comunes, sobretodo aquella que se refiere al acceso y uso del agua subterránea, ha retomado el problema del *free rider* señalando su relevancia debido a que la gestión en el caso de los acuíferos, en tanto recursos de uso común, es muy difícil y compleja, por no ser el agua subterránea ni observable ni fácil de medir en su extensión y volumen (Meinzen-Dick 2018). En respuesta a este planteamiento se han presentado varios estudios empíricos donde se observa cooperación entre los usuarios de diversos recursos comunes, incluidos los acuíferos, por medio de la cual se establecen reglas que permiten el mejor uso del recurso común y evitan su deterioro.

De esta forma, siguiendo los principios de diseño de reglas que facilitan la acción colectiva propuestos por Ostrom (1990) algunos estudios empíricos han tropezado con el problema de la complejidad que presentan los recursos comunes y la insuficiencia de datos para realizar el análisis estadístico (Smith, 2016). Por ello, otras investigaciones han elegido el análisis cualitativo para evaluar los principios de diseño de reglas en diversos estudios de caso (Baggio et al., 2016; Soliman et al., 2021); y de analizar el papel de la gobernanza local y de la acción gubernamental como complemento de la acción colectiva de los usuarios de agua subterránea (Perez-Quesada y Hendricks 2021; Shalsi et al., 2019; Smith et al., 2017).

Por otro lado, el mercado internacional puede propiciar cambios significativos en el tipo de cultivos, la tecnología y la propiedad de la tierra en los ámbitos locales y regionales donde se encuentran los agentes en interacción. Un cultivo cuyo producto tenga alta demanda internacional puede instalarse en un valle cambiando la estructura económica, social y tecnológica que regía en dicho territorio. Estos cambios tienen impactos sobre la acción colectiva y la capacidad estatal reguladora, las cuales tienen nuevos desafíos que enfrentar (López-Gunn 2003). Además, el control del recurso hídrico por parte de un agente o grupo genera una capacidad de dominio y decisión muy importante sobre el sector de actividad económica en el que está inmerso, lo cual tiene consecuencias sociales, económicas y ambientales (Boelens 2009; Gelles 2000; Swyngedouw 2004).

Asimismo, desde finales de los años noventa, en la provincia de Ica, la superficie cosechada ha crecido en la misma forma en que ha aumentado la explotación de los acuíferos de la zona (Cárdenas 2012; Gómez y Flores 2015; Hepworth *et al.* 2010; Marshall 2014). La explotación de agua subterránea en el valle de Ica y pampas de Villacurí-Lanchas se incrementó en forma constante y superó la reserva explotable anual, según datos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Es así que, en 2009, la explotación de los acuíferos superó en

125% el volumen de reserva explotable, y para 2013-2014 lo superó en 71% (ANA 2014a, 2014b, 2015b).

A nivel global, el problema de sobreexplotación del agua subterránea ha sido estudiado bajo el enfoque institucional de los Recursos de Uso Común (RUC) (Berkes 1989; Blomquist 1992; Keohaney y Ostrom 1995; Ostrom *et al.* 1993; Shah *et al.* 2000; Tang 1992). En esta perspectiva, las instituciones o reglas de juego provienen tanto de los acuerdos entre los usuarios del recurso hídrico como también del Estado (Aarnoudse *et al.* 2012; Ambec *et al.* 2009; Theesfeld 2010). Desde un punto de vista económico los RUC se caracterizan por ser bienes rivales y no excluibles; y, por lo tanto, pueden enfrenar problemas de deterioro y agotamiento (Dolsak y Ostrom 2003).

Hemos recurrido a la historia económica y social del valle del río Ica para buscar respuesta a nuestra pregunta. Uno de los hechos que hemos analizado es el proceso de concentración de tierra, lo mismo que la reasignación del acceso y uso del agua subterránea en favor de un pequeño grupo de usuarios agroexportadores en el valle de Ica; y sus implicancias para la actuación del Estado y la acción colectiva. Hemos encontrado que estos procesos realizados en forma acelerada en función de los beneficios generados por el mercado, debilita la capacidad estatal e inhibe la acción colectiva para la conservación del acuífero, debido a que los grandes productores operan con el objetivo de alcanzar la mayor rentabilidad de sus cultivos subvalorando la conservación del recurso común (Muñoz y Zúñiga 2018).

El ensayo se divide en seis partes, incluyendo la introducción. La segunda describe el crecimiento agroexportador de Ica. La tercera trata sobre el marco conceptual en torno a los recursos comunes. La cuarta parte se refiere al contexto del caso de estudio describiendo brevemente la historia del valle de Ica y los cambios que ha experimentado. La quinta parte abarca el problema de la disponibilidad de agua subterránea. La sexta parte trata sobre la acción colectiva, la concentración de tierras, el desarrollo de la agro-exportación; y la

sobreexplotación del recurso común. En la séptima parte se presentan las conclusiones.

## **2.2. Ica: crecimiento agroexportador y mercado internacional**

Hasta los años cincuenta, el algodón, la vid y los productos de pan llevar fueron los principales cultivos en el valle de Ica. Luego, en la década de 1960 el precio del algodón cayó, lo que generó la disminución del área y volumen de producción de este cultivo. Esto abrió la posibilidad, dadas las características del clima y de la tierra, a la instalación de nuevos cultivos como el espárrago.

Sin embargo, en la década de 1990 se puede observar que el área de cultivo del algodón era todavía mayor que el área de cultivo de los espárragos. Desde fines de la década de los 2000, y en adelante, el área de cultivo del algodón y la producción del mismo disminuyó en forma ostensible, convirtiéndose en productos principales en cantidad de toneladas métricas: el espárrago, la vid, la cebolla y el tomate (ver cuadro 1). De manera conjunta con una variedad de otros cultivos, como la alcachofa y el ají pprika, estos se realizan sobre la base de la actuación de empresas modernas agroexportadoras, cuya inversión en la zona se halla orientada por la gran rentabilidad de los productos y demanda del mercado internacional.

**Cuadro 1**

Principales Cultivos del Valle de Ica (en ha, TM y S/ por kg)															
Año	1990			2000			2010			2015			2017		
Cultivos	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio
Alcachofa	-	-	-	20	841	1.06	802	15,988	1.96	-	-	-	40	750	3.17
Tomate	22	1,848	0.29	650	54,600	0.28	946	90,274	0.64	695	76,935	0.82	685	71,024	1.1
Páprika	-	-	-	56	309	3.13	2006	12,264	4.96	180	1,194	5.62	170	1,113	6.39
Palta	440	688	2.25	363	1,207	1.55	815	9,427	2.4	1,311	17,936	2.76	1,292	19,436	4.78
Cebolla	-	-	-	246	12,596	0.75	1,463	96,992	0.59	1,777	112,054	0.81	1,838	118,26	0.75
Vid	3,510	17,385	0.87	3,340	17,460	1.35	4,374	94,249	2.01	7,659	166,810	2.47	8,791	174,758	2.53
Algodón	18,047	29,394	1.74	10,698	22,037	1.83	2,682	8,675	2.99	1,659	5,159	2.51	806	2,590	3.12
Espárragos	411	3,168	0.9	4,997	49,292	2.33	9,992	116,710	2.88	10,615	129,708	4.45	10,724	151,555	4.81

Elaboración propia con base a estadísticas de Agrolca, MINAGRI y Rendón (2009: 11).

El espárrago es el principal producto de exportación del valle de Ica. Se caracteriza por un alto requerimiento de agua, aproximadamente 15 mil m<sup>3</sup> por hectárea. La producción ha pasado de 49,292 toneladas en el año 2000 a 116,710 toneladas en el 2010, hasta llegar a 151,555 toneladas en 2017, según fuentes del MINAGRI. Tomando en cuenta la producción total de espárrago en el país, la región Ica había alcanzado el 45% de la producción total en 2017.

La vid es otro de los principales productos de exportación del valle. Sus requerimientos de agua alcanzan los 10 mil m<sup>3</sup> por hectárea. La producción de vid pasó de las 17,460 toneladas en el año 2000 a las 94,249 toneladas para 2010, y en 2017 llegó a 174,758 toneladas, según fuentes del MINAGRI. Asimismo, la producción peruana de vid está concentrada en dos regiones, Piura e Ica, habiendo alcanzado la región de Ica, para 2017, el segundo lugar de la producción total del país con el 33%.

El tomate es un producto reciente en comparación con el espárrago y la vid. Sin embargo, su rentabilidad ha permitido que gane terreno en el campo de los productos agrícolas exportables. El requerimiento de agua de este cultivo alcanza los 15 mil m<sup>3</sup> por hectárea, convirtiéndolo así en uno de los productos con mayor requerimiento de agua. Su producción ha variado desde el año 2000, en que alcanzó 54,600 toneladas, al año 2017, en que subió a 71,024 toneladas en Ica, según fuentes del MINAGRI.

En el periodo 2000-2015, Perú se ha situado a nivel internacional como uno de los principales países exportadores de espárragos, alcanzando en algunos años el primer lugar y en otros el segundo lugar. Esto se debe a las ventajas que presenta: primero, por las condiciones climáticas favorables, las cuales permiten su producción en la costa durante todo el año; segundo, por las mejoras en oportunidades comerciales, dado el acuerdo comercial con Estados

Unidos, el cual permite un arancel de nivel cero; y tercero, por la diversificación en los mercados de destino, como: España, Países Bajos, Reino Unido, Japón, etcétera, países que mantienen una tendencia creciente en el consumo de productos frescos (FAO 2018).

Una situación similar a la del espárrago se presenta para el caso de la vid (uva), cultivo que ha reportado un creciente volumen de exportación pasando de 11,677 toneladas de uva en 2002 a una cantidad 268 mil toneladas en el año 2017. Una posible explicación de este crecimiento se da por la ventaja que presenta el Perú con respecto a otros países exportadores como Chile; primero, respecto al tiempo de cosecha del producto, pues en Perú esta comienza a partir de octubre mientras en Chile se inicia en diciembre; segundo, los costos de la mano de obra peruana son menores. Al igual que el espárrago, el principal destino de exportación de la vid es Estados Unidos; seguido por China, Rusia y los Países Bajos (FAO 2018).

Todos estos datos indican que la demanda internacional es uno de los principales determinantes de la producción de los principales cultivos del valle de Ica. En el caso del espárrago, la vid y el tomate, dados los altos requerimientos de agua subterránea que poseen para su cultivo y que genere un producto de alta calidad, la existencia del acuífero de Ica y Villacurí ha sido fundamental para alcanzar el éxito de producción agroexportadora en los años 2000, teniendo como destinos a decenas de países en el mundo (FAO 2018). La contrapartida de este crecimiento ha sido la disminución de la napa freática del acuífero y el deterioro del recurso común.

### **2.3. El marco conceptual**

En este trabajo utilizaremos indistintamente los términos *recurso* y *bien*. Es una simplificación que no involucra dificultades en el análisis del agua subterránea,

entendido como bien o recurso común. Es preciso aclarar también que el campo elegido para el estudio del agua del subsuelo es solo en lo concerniente a su uso para fines productivos agrícolas. En esta parte del estudio resumiremos dos modelos teóricos que nos permiten acercarnos a la comprensión del problema que representa la sobreexplotación de los acuíferos y el tipo de gestión que puede enfrentarla. Dichos modelos son el «dilema del prisionero» y el modelo de acción colectiva del «contrato autofinanciado».

Cabe decir que también existe otra aproximación teórica a los recursos comunes denominada la «tragedia de los comunes» (Hardin 1968), que señala el problema del uso ilimitado de un recurso común que lleva a su agotamiento. Sin embargo, los supuestos del modelo son sumamente restrictivos, pues el caso propuesto es correspondiente a una propiedad comunal sobre un recurso de libre acceso, sin acuerdos de gestión, y por parte de individuos que buscan maximizar el beneficio propio. Una crítica relevante a este planteamiento es que ubica el problema en la propiedad comunal del recurso, sin hacer la diferencia sobre los diversos tipos de gestión colectiva o comunitaria que pueden lograr la sostenibilidad del recurso. Por esto, se ha señalado críticamente que el agotamiento que enfrentan los recursos comunes no está relacionado con algún tipo de propiedad comunal (Aguilera 2012; Bromley 1992; Grafton 2000; Ostrom 1990).

Las aguas subterráneas que permanecen en los acuíferos se caracterizan por un bajo grado de exclusión; por tanto, cualquier usuario que disponga de la tecnología para extraer el recurso lo podrá hacer mediante la perforación de pozos. Por otro lado, un acuífero presenta un alto grado de rivalidad, pues a medida que es explotado por cada usuario, este tiende a ignorar el impacto que su extracción genera para los otros usuarios y sobre las reservas futuras del recurso, produciéndose un deterioro del acuífero (Iglesias 2001). Esta situación también está relacionada con los mayores costos que deberán enfrentar los demás usuarios que extraen agua del mismo acuífero.

### 2.3.1. Los modelos

#### 2.3.1.1. El modelo del «dilema del prisionero»

El modelo de juego del «dilema del prisionero» se puede aplicar a la extracción de agua subterránea para riego. En el caso estudiado, los participantes del juego serían los productores agroexportadores que usan el agua subterránea para desarrollar e incrementar la producción agrícola. El agua subterránea proveniente de los acuíferos es un recurso disponible para todo aquel que cuente con los medios para su extracción, y su variación puede ser cuantificable a través de la medición del nivel de la napa freática. El primer supuesto en este caso es que el acuífero tiene un límite en cuanto a la descarga de agua y a la cantidad de pozos que se pueden perforar y usar para extraer el recurso hídrico.

El segundo supuesto es que los propietarios de tierras y pozos de agua subterránea tienen incentivos individuales para maximizar la explotación de sus pozos a fin de extraer el mayor volumen de agua del acuífero. Sin embargo, si todos o la mayoría de los propietarios de pozos se comportaran de la misma forma, terminarían haciendo disminuir la napa freática del acuífero, generando externalidades negativas a los propietarios de pozos vecinos y demás, pues estos tendrían que perforar nuevos pozos más profundos si quisieran encontrar agua en el subsuelo. Si este fuera el resultado, todos los que explotasen aguas subterráneas tendrían que incurrir en mayores costos de perforación buscando agua a niveles más profundos y podrían terminar por deprimir el acuífero, perdiendo finalmente todos por la escasez de agua (Muñoz 2016).

Entonces, formalizando el modelo, suponemos que para el acuífero existe un límite de explotación racional en cuanto al número de pozos, y caudal sostenible, que se pueden usar para extraer agua subterránea. A este número lo llamaremos  $X$ . Suponiendo un juego en el que participan dos productores, puede considerarse que la estrategia de «cooperación» será de  $X/2$  pozos,

asumiendo que son los únicos productores y que poseen extensas áreas de tierra agrícola. La estrategia de «no cooperación» será aquella en la que cada productor tuviera tantos pozos como considere que puede llegar a perforar para cubrir con agua de riego el área sembrada, suponiendo que este número es mayor que  $X/2$ .

Si ambos productores limitan la extracción de agua del subsuelo de acuerdo a la cantidad de pozos a  $X/2$ , entonces obtendrían una ganancia de «A» unidades si es jugador-fila y «a» unidades si es jugador-columna, mientras que si eligen la estrategia de «no cooperación» conseguirán una ganancia igual a «D» unidades si es jugador-fila y «d» unidades si es jugador-columna (en el largo plazo, la escasez absoluta del recurso).

Por otro lado, si uno de los productores limita su cantidad de pozos a  $X/2$ , mientras que el otro perfora y explota tantos pozos como desea, el «no cooperador», si es jugador-fila obtiene «C» puntos de ganancia y si es jugador-columna obtiene «c» puntos de ganancia; mientras que el «cooperador», si es jugador-fila obtiene «B» puntos de ganancia y si es jugador-columna obtiene «b» puntos de ganancia.

**Figura 1**

<b>Dilema del prisionero</b>			
		<b>Productor-regante 2</b>	
		Cooperar	No cooperar
<b>Productor-regante 1</b>	Cooperar	(A , a)	(B , c)
		Recompensa por cooperación mutua	Pago al que coopera (B) y pago al que no coopera (c)
	No cooperar	(C , b)	(D , d)
		Pago al que no	Penalización por no

		coopera (C) y pago al que coopera (b)	cooperación mutua
--	--	---------------------------------------	-------------------

Fuente: Axelrod (1984: 8). Elaboración propia.

El orden de preferencias para el jugador-fila (productor-regante 1) es:

$$C > A > D > B.$$

El orden de preferencias para el jugador-columna (productor-regante 2) es:

$$c > a > d > b.$$

Si cada productor elige de manera independiente, sin un compromiso de contrato obligatorio, la estrategia dominante, es decir la que mejores resultados da a cada uno individualmente, sería «no cooperar»; pero al elegir ambos dicha estrategia, los lleva al peor resultado social. La figura 1 representa la matriz de resultados del modelo.

En este caso la «no cooperación mutua», que es lo mejor para cada uno individualmente, proporciona siempre un peor resultado social que la «cooperación mutua». El dilema se encuentra en que si ninguno de los productores coopera, ambos terminarán en una peor situación que si hubiesen cooperado.

### **2.3.1.2. El modelo de acción colectiva del «contrato autofinanciado»**

Este modelo es una forma de superar el «dilema del prisionero». Es, por tanto, también una manera de enfrentar el problema de los recursos comunes que puede representarse a través de un juego, mediante el cual los agentes establecen un contrato vinculante para comprometerse con una estrategia de cooperación que ellos mismos diseñarán (Ostrom 1990). También se puede extender al comportamiento de agentes privados que llegan a un acuerdo para

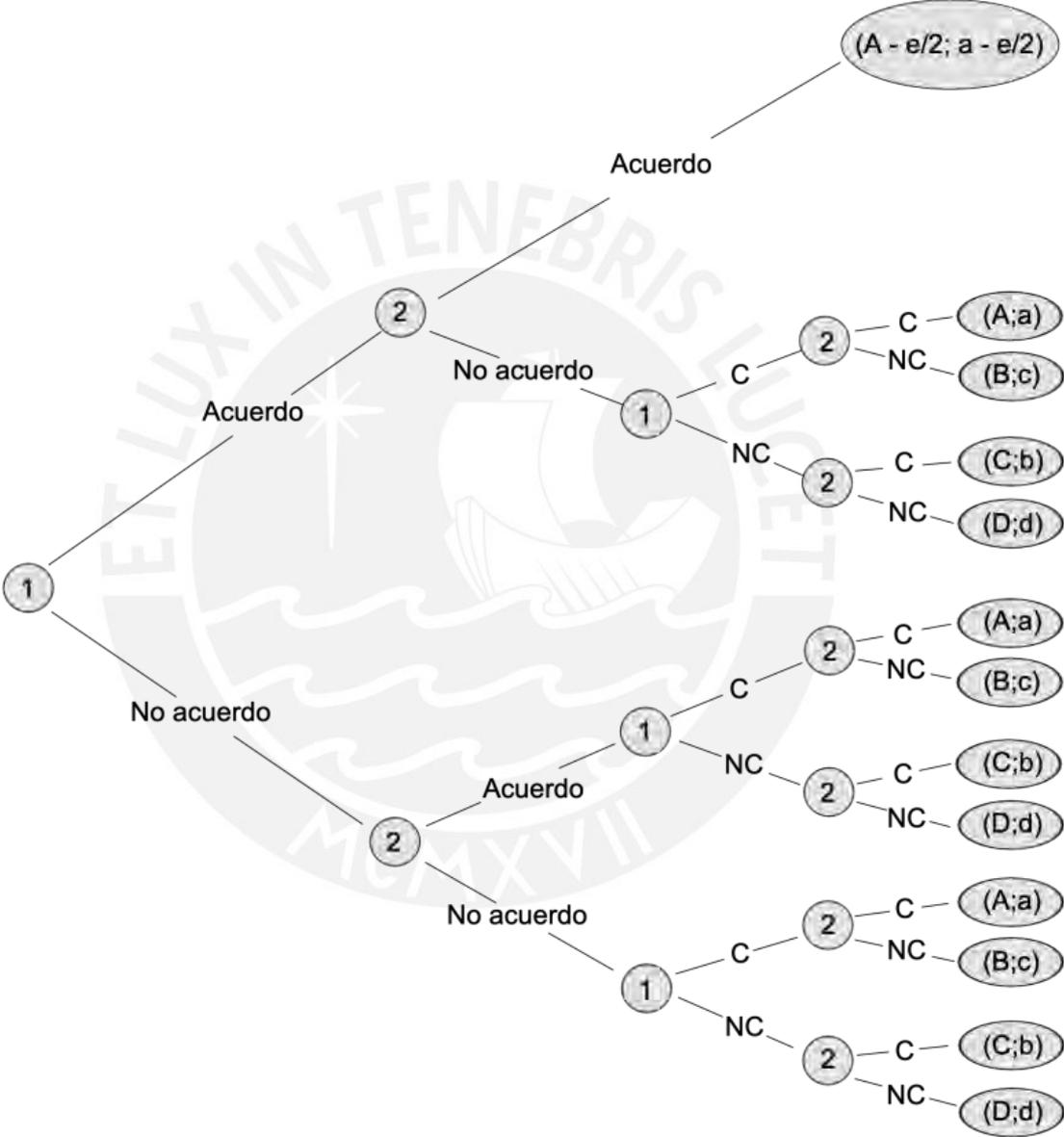
presionar en forma organizada ante el Estado a fin de obtener normas o recursos que los favorezcan, ante lo cual deben previamente contribuir para garantizar la coordinación de sus acciones colectivas.

Al ser un tipo de juego no cooperativo deben incluirse jugadas adicionales en la estructura del juego; y el contrato vinculante se hace cumplir en forma obligatoria por un agente externo o el que decidan los integrantes del grupo.



Figura 2

Juego del «contrato autofinanciado»



Fuente: Ostrom (2000: 45). Elaboración propia.

En este modelo de juego debe añadirse un parámetro a los beneficios de los jugadores y una estrategia más a las ya existentes para ambos jugadores (ver figura 2). El parámetro es el costo de hacer cumplir un acuerdo al que denominaremos: *e*. Los jugadores deben negociar, antes de contratar o decidir sobre el agente externo encargado de hacer cumplir el acuerdo, por ejemplo, acerca de cuál será el número de pozos (y descarga o caudal) que mantendrán en funcionamiento para dar sostenibilidad al acuífero, y sobre los costos de hacer cumplir el acuerdo, el cual debe ser unánime. En términos de otro ejemplo, también puede anotarse que los agentes sean un grupo de presión ante el Estado para conseguir normas y recursos que permitan la recarga del acuífero.

Por tanto, los jugadores pueden llegar o no a un acuerdo. En cualquier caso, las estrategias serán «cooperar» (C) o «no cooperar» (NC). El único acuerdo viable, y equilibrio resultante del juego, será el que los jugadores compartan el acceso y uso sustentable del recurso común y los costos de hacer cumplir el acuerdo, siempre y cuando la cuota de cada jugador sea menor que el resultado o pago por cada jugador, en la situación: (A ; a) del «dilema del prisionero». El encargado de hacer cumplir el acuerdo será un agente externo, contratado por los propios jugadores; o bien un integrante o comisión que se elija dentro de la propia organización.

### **2.3.2. La investigación aplicada sobre el agua subterránea**

Existe abundante literatura en torno a estudios aplicados al problema del agua subterránea y la gestión sostenible del recurso común a nivel internacional (Bouarfa y Kuper 2012; Giordano 2009; López-Gunn 2009; Shah *et al.* 2007). Se reconoce que se trata de un recurso complejo y de difícil medición, dada su no visibilidad; y que su uso intensivo puede llevar al deterioro (Hoogesteger y Wester 2015; Wester *et al.* 2011). Se han estudiado múltiples casos en que los acuerdos entre los usuarios no han sido posibles para evitar el deterioro de los acuíferos (López-Gunn y Cortina 2006); o de situaciones en que la regulación

estatal no ha funcionado para el logro de la sostenibilidad del recurso hídrico (Shah *et al.* 2012).

Incluso, hay experiencias en que las políticas públicas sobre aguas subterráneas se han dado tomando en cuenta la agenda política, descuidando la realidad ecológica (Mukherji 2006). Sin embargo, también existe una diversidad de casos en que ha sido posible que los propios usuarios o conjuntamente con la intervención estatal han enfrentado con éxito la gestión del agua subterránea (Faysse *et al.* 2012; Knecht y Vincent 2001; Ostrom 1990).

Una consideración importante es que el desafío de la gestión sostenible del agua subterránea requiere incluir en el análisis tres perspectivas distintas. Una primera es la perspectiva del recurso, donde lo fundamental a tomar en cuenta son las características y el comportamiento de las aguas subterráneas. Una segunda es la perspectiva de los usuarios, donde se coloca el énfasis en las características y el comportamiento de los grupos o comunidades de usuarios de recursos hídricos. Una tercera es la perspectiva institucional, donde el análisis se centra en el marco institucional bajo el cual el recurso es apropiado y utilizado. Algunos autores consideran que el desarrollo del conocimiento en torno al agua subterránea en términos globales, así como la creación de capacidades sobre el uso del agua subterránea en la agricultura, ha estado dominado por el enfoque o perspectiva de los recursos; habiéndose descuidado la perspectiva de los usuarios y la de las instituciones (Mukherji y Shah 2005).

Finalmente, el desarrollo de los modelos teóricos, y los estudios sobre el agua subterránea, permiten formular la siguiente hipótesis frente al problema de deterioro del acuífero en la cuenca del río Ica: Ha sido la gran demanda internacional por los productos que se cultivan en el valle de Ica, junto con el acelerado proceso de concentración de tierras y fuentes de agua subterránea, lo que ha posibilitado la inversión y despliegue de tecnología moderna por parte de empresas agroexportadoras con fuertes incentivos individuales

basados en la rentabilidad de los cultivos que, a su vez, poseen altos requerimientos de agua, lo que hace que la perforación de pozos y extracción de agua del acuífero sea una actividad priorizada sobre la cooperación para la conservación en niveles sostenibles de las aguas subterráneas, ante una débil actuación estatal reguladora y una falta de confianza entre los agentes para ponerse de acuerdo sobre reglas de explotación sostenible del recurso hídrico. Esto puede conducir a una situación de sobreexplotación y deterioro del acuífero.

## **2.4. El contexto económico del caso de estudio**

### **2.4.1. Breve historia del valle de Ica**

En la historia del valle de Ica se pueden diferenciar cuatro periodos, tomando en cuenta la historia económica del siglo pasado hasta inicios del siglo XXI. Considerando un primer periodo entre inicios del siglo XX y la Reforma Agraria de 1969, el valle del río Ica se dividió en tres tipos de asentamientos económicos: haciendas de cabecera, haciendas de territorios y asentamientos indígenas. Cabe resaltar que la frontera agrícola del valle tuvo una expansión a mediados de los años treinta, cuando se amplió el canal de riego llamado La Achirana y se inició la construcción del proyecto Choclococha para represar agua en la parte alta del valle, el cual entró en funcionamiento en los años cincuenta. Las nuevas tierras fueron ocupadas por haciendas de propiedad privada. El cultivo de mayor importancia y extensión en las haciendas fue el algodón (Oré 2005).

Un segundo periodo estuvo marcado por la Reforma Agraria (1969-1975) impulsada por el gobierno nacional y la formación de cooperativas agrarias de producción. Se expropiaron todas las haciendas hasta un límite de 50 hectáreas. Productivamente, el principal cultivo del valle también fue el algodón, como en el anterior periodo. Sin embargo, a mediados de los años

setenta un nuevo cultivo comenzó a ganar terreno a partir de la iniciativa de varios ex hacendados. Este cultivo fue el espárrago; pero también la vid y la palta.

A inicios de los años ochenta la economía peruana entró en una crisis aguda, los precios del algodón se deprimieron y los ingresos de las cooperativas cayeron, lo cual caracterizó el tercer periodo de la historia del valle. Esto se unió a la desconfianza creciente de los socios cooperativistas en sus directivas, con lo cual tomaron la decisión de parcelar la tierra y pasar a un régimen de propiedad individual. Esto significó un fracaso de la propiedad y producción cooperativa, el cual ha quedado perennizado en la memoria de los habitantes del valle (Muñoz 2015).

En el periodo posterior a la reforma agraria, las cooperativas del valle de Ica no fueron las únicas afectadas por la caída de los precios del algodón, sino también muchos de los ex hacendados cuyas tierras tuvieron que ser colocadas en venta. Varios de los nuevos pequeños propietarios de parcelas individuales también tuvieron que vender sus tierras para enfrentar los problemas económicos derivados de la crisis. En este contexto, nuevos empresarios provenientes de otros lugares y de diferentes sectores de actividad económica comenzaron a comprar las tierras y a asentarse en el valle.

Cabe señalar que los pozos para la extracción de agua subterránea que estaban en poder de las cooperativas, y que anteriormente eran propiedad de las haciendas, se transformaron en un recurso de utilización colectiva entre los propietarios de las parcelas. Por un tiempo tales pozos fueron administrados por cooperativas agrarias de usuarios, hasta que varios de ellos dejaron de funcionar por falta de combustible o de mantenimiento. Desde mediados de los años noventa una gran parte de dichos pozos fueron comprados por empresarios dedicados a la agroexportación.

La modernización de la propiedad agroindustrial, el auge agroexportador y la marginalidad de la pequeña propiedad campesina caracterizan el cuarto periodo. En este tiempo se han producido cambios importantes en la propiedad de la tierra y acceso al agua (Oré 2005; Marshall 2014). El interés del presente trabajo está enfocado en el periodo reciente, dado que se trata de un tiempo de dificultad creciente para disponer de agua subterránea.

#### **2.4.2. Cambios principales en el valle**

Uno de los principales cambios ocurridos en el valle de Ica es el paso de una economía de producción local a una economía agroexportadora en auge, que ha consolidado una estructura agraria que tiene su base en la gran propiedad, que utiliza tecnologías modernas de producción y riego, y que requiere de un mayor volumen de agua subterránea para cultivar productos de gran calidad y demanda internacional (Chacaltana *et al.* 2007; Cárdenas 2012; Marshall 2014). Esta oportunidad generada por el mercado mundial propició los incentivos para la inversión agroexportadora en tierras y fuentes de agua del subsuelo en el valle.

El agua subterránea, dada su mayor pureza y alta calidad, tiene preferencia como insumo para los cultivos de agroexportación frente al uso de aguas superficiales. Asegura que los productos sean de muy buena calidad y por tanto de mayor rentabilidad. Asimismo, en términos hidrológicos la cuenca del río Ica, dada su extensión y capacidad de almacenamiento, contiene uno de los tres acuíferos más grandes registrados en la costa peruana, junto con el de Chancay (Lambayeque) y el de Chicama (La Libertad).<sup>1</sup> De allí su importancia para el desarrollo de la agricultura moderna en Ica.

---

<sup>1</sup> Autoridad Nacional del Agua (2012b). DCPRH. En el Diagnóstico Situacional de Recarga de Acuíferos, la ANA estimó la reserva racionalmente explotable del acuífero de Ica en 252 MMC/año (2007), la del acuífero de Chancay en 341 MMC-año (2003) y la del acuífero de Chicama en 226 MMC-año (2007). El total de las reservas racionalmente explotables en los acuíferos de la costa fue de 2849 MMC/año.

La concentración de tierras en el valle y la reasignación del acceso y uso del agua subterránea a un pequeño grupo de usuarios a expensas de los demás agricultores, se realizó aceleradamente desde los años noventa en adelante. Fue un proceso que se impulsó como un medio para producir en gran escala y con dirección de los productos hacia el mercado exterior. Para ampliar sus extensiones de cultivo, las empresas agroexportadoras han recurrido tanto a la compra de tierras como al arrendamiento de las tierras de los pequeños propietarios. El arrendamiento se ha realizado muchas veces mediante contratos por periodos de varios años que contienen el compromiso de dejar instalada la tecnología moderna de riego en el fundo arrendado.

## **2.5. El problema de la disponibilidad de agua subterránea y la acción estatal**

Los cultivos de agroexportación del valle de Ica son muy intensivos en agua (espárragos, vid, tomate, algodón). La demanda creciente por el recurso hídrico ha generado un problema de disponibilidad de agua subterránea, la cual se extrae con tecnologías de pozos cada vez más eficientes. Asimismo, desde los años noventa se introdujo en forma masiva el riego tecnificado: riego por goteo, el cual utiliza exclusivamente agua subterránea. El costo de su mantenimiento se redujo por la utilización de energía eléctrica, y en esos años las pampas de Villacurí iniciaron también la explotación del agua subterránea. Esto coincidió con el alza de los precios del espárrago en el mercado internacional; y tuvo como consecuencia que se incrementara la perforación y construcción de pozos (Muñoz *et al.* 2014). Esto ha provocado una disminución de la napa freática del acuífero de Ica, Villacurí y Lanchas, llevando a un escenario de sobreexplotación y escasez de agua subterránea (ANA 2012a).

Tomando en cuenta la experiencia internacional, la acción estatal frente al problema de conservación de los recursos comunes, como es el caso de los

acuíferos, ha tenido dificultades para alcanzar el objetivo. Al parecer no se aplicaron los incentivos adecuados que orientasen el comportamiento de los agentes hacia el auto-control en relación dejar de sobreexplotar los acuíferos. En este sentido, López-Gunn y Rica (2012: 33) señalan que

(...) sería fundamental aplicar los incentivos adecuados para conseguir que se lleven a cabo actividades que generan mayor beneficio y que actualmente no se estén realizando. Actuaciones tales como declarar acuíferos sobreexplotados y no desarrollar los correspondientes planes de extracciones o realizarlos sin consulta pública no fueron los incentivos adecuados para que los usuarios asumieran sus responsabilidades de participar en la agrupación, auto-controlarse para que así se dejara de producir sobreexplotación; fueron más bien un castigo impuesto sin demasiadas alternativas.

En otras experiencias internacionales, donde ha existido intervención estatal, se aplicaron los principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, por lo que se incluyó la participación de las partes interesadas, la planificación integrada de los recursos hídricos y la gestión del agua basada en los límites hidrológicos (Wester *et al.* 2009). Sin embargo, a nivel global también se tiene como experiencia que desarrollar una gobernanza efectiva del agua subterránea en base a las organizaciones e instituciones locales puede tomar bastante tiempo. Por ello, muchos acuíferos han sido sobreexplotados y se ha deteriorado el recurso de uso común (Bouarfa y Kuper 2012; Faysse *et al.* 2011).

En el caso del acuífero del valle de Ica, Villacurí y Lanchas, la explotación intensiva de los mismos a lo largo de varios años ha llevado a una situación de sobreexplotación (ver cuadro 2). Se define el volumen de sobreexplotación de un acuífero como el volumen que sobrepasa de las reservas renovables o explotables (Quintana 2011). Reserva renovable es el volumen de agua subterránea que se encuentra entre el mínimo y máximo nivel de la napa freática, el que después de su extracción se recupera estacionalmente. Reserva explotable es el volumen medio de agua subterránea que se puede

extraer a largo plazo de un acuífero sin causar problemas de sobreexplotación ni poner en riesgo la calidad del agua (ANA 2014a; Cárdenas 2012; Quintana 2011).

La reserva explotable en el acuífero de Ica era de 189 hm<sup>3</sup>/año, pero en 2009 se sobreexplotó un volumen de -146 hm<sup>3</sup>/año y en 2013-2014 se llegó a una cifra menor de -31 hm<sup>3</sup>/año. La reserva explotable en el acuífero vecino de Villacurí era de 63 hm<sup>3</sup>/año, pero en 2009 se sobreexplotó una cifra de -165 hm<sup>3</sup>/año y en 2013-2014 la cifra estuvo en -125 hm<sup>3</sup>/año. Asimismo, la reserva explotable en el acuífero de Lanchas era de 17 hm<sup>3</sup>/año y en 2009 se sobreexplotó un volumen de -25 hm<sup>3</sup>/año y en 2013-2014 subió a una cifra de -36 hm<sup>3</sup>/año.

**Cuadro 2**

<b>Reserva explotable (2009, 2013-2014)</b>					
Acuífero	Reserva explotable (hm <sup>3</sup> /año)	Explotación (hm <sup>3</sup> /año)	Explotación (hm <sup>3</sup> /año)	Sobre explotación (hm <sup>3</sup> /año)	Sobre explotación (hm <sup>3</sup> /año)
		<b>2009</b>	<b>2013-2014</b>	<b>2009</b>	<b>2013-2014</b>
Ica	189	335	220	-146	-31
Villacurí	63	228	188	-165	-125
Lanchas	17	42	53	-25	-36

Fuente: ANA (2014a: 15). Elaboración propia.

Frente al problema permanente de escasez hídrica, en particular de agua subterránea en Ica, el Estado dispone de la Ley 29338, por la cual tiene la función de instaurar el sistema adecuado para gestionar el uso del agua y alcanzar su uso sustentable. Para ello, un elemento sustancial es que debe contar con la información necesaria y el control sobre los pozos de agua subterránea. Esto quiere decir que debe conocer la cifra de pozos que se perforan y abren, cuántos se cierran a medida que se realiza el monitoreo y la cantidad de agua extraída mensual y anualmente. Por esta razón las licencias

para la utilización de pozos son indispensables. Es así que el Estado tendría la capacidad de identificar los pozos que se abren y de tener el control de la extracción de agua subterránea. Para esto último es un requisito la implementación de tecnologías de medición.

Entre 2009 y 2014 el número de pozos utilizados aumentó tanto en el valle de Ica como en las Pampas de Villacurí y Lanchas. El problema principal es que el número de pozos utilizados sin licencia aumentó de 615 en el año 2009 a la cifra de 840 en el año 2014 en el valle de Ica. En el caso de Villacurí y Lanchas, la cantidad se incrementó de 694 pozos sin licencia a 1271 en el mismo periodo (ver cuadro 3). Es claramente mucho mayor el porcentaje de pozos sin licencia que los que tienen licencia para funcionar.

**Cuadro 3**

<b>Licencias de uso de agua subterránea, 2009-2014</b>				
	<b>Valle de Ica</b>		<b>Villacurí-Lanchas</b>	
	<b>2009</b>	<b>2014</b>	<b>2009</b>	<b>2014</b>
<b>Pozos utilizados</b>	864	1242	896	1487
<b>Pozos con licencia</b>	249	275	202	216
<b>Pozos sin licencia</b>	615	840	694	1271

Fuente: ANA (2104a: 15). Elaboración propia.

Además del problema de la falta de licencias de uso de agua subterránea, en un estudio de Muñoz se señaló que:

También cabe mencionar que la información sobre la demanda hídrica o explotación de aguas subterráneas es imprecisa, pues la mayoría de pozos con licencia no tienen caudalímetros que permitan medir el volumen de extracción de agua. De los pozos ilegales no se tiene

ninguna información. Por esta razón la explotación del acuífero es difícil de medir. Sin embargo, la estimación que realizó la Autoridad Nacional del Agua en el año 2009 fue que la explotación de aguas subterráneas en el acuífero de Ica-Villacurí había llegado a 563 MMC/año, lo que representó el 35% de la explotación de aguas a nivel nacional de 49 acuíferos registrados en la costa. La reserva racionalmente explotable era de 252 MMC/año en dicho acuífero, lo cual implicó una sobreexplotación de 311 MMC/año (Muñoz 2015: 53).

La situación de sobreexplotación de los acuíferos de Ica trató de ser comprendida mediante el modelo del “dilema del prisionero”. Sin embargo, el deterioro del recurso común por la extracción mayor de agua subterránea a la de la reserva explotable y consecuente descenso de la napa freática no era consistente con los resultados esperados en el modelo de juego, que implicaba una disminución de los beneficios de los agroexportadores ante la incapacidad de cooperar para la conservación del acuífero.

Luego, el “dilema del prisionero” no se ajusta a la situación de las empresas agroexportadoras en Ica, pues todas ellas, sobre todo las más grandes, obtienen beneficios a corto plazo si extraen más agua de la permitida. Esta situación no es consistente con los resultados que predice el mencionado modelo de juego una vez que se alcanza el equilibrio de Nash: “No cooperar, No cooperar”, por el que los agroexportadores tendrían pérdidas si los acuíferos se deterioraran, dada la sobreexplotación de los mismos.

Es importante señalar que en una situación como la descrita, a la empresas agroexportadoras les interesa fundamentalmente alcanzar beneficios a corto plazo; y si, como consecuencia de una mayor extracción de agua subterránea, el acuífero disminuyese de nivel freático y los costos se elevaran demasiado, entonces las empresas migrarían a otras regiones o sectores para continuar explotando otros o nuevos recursos.

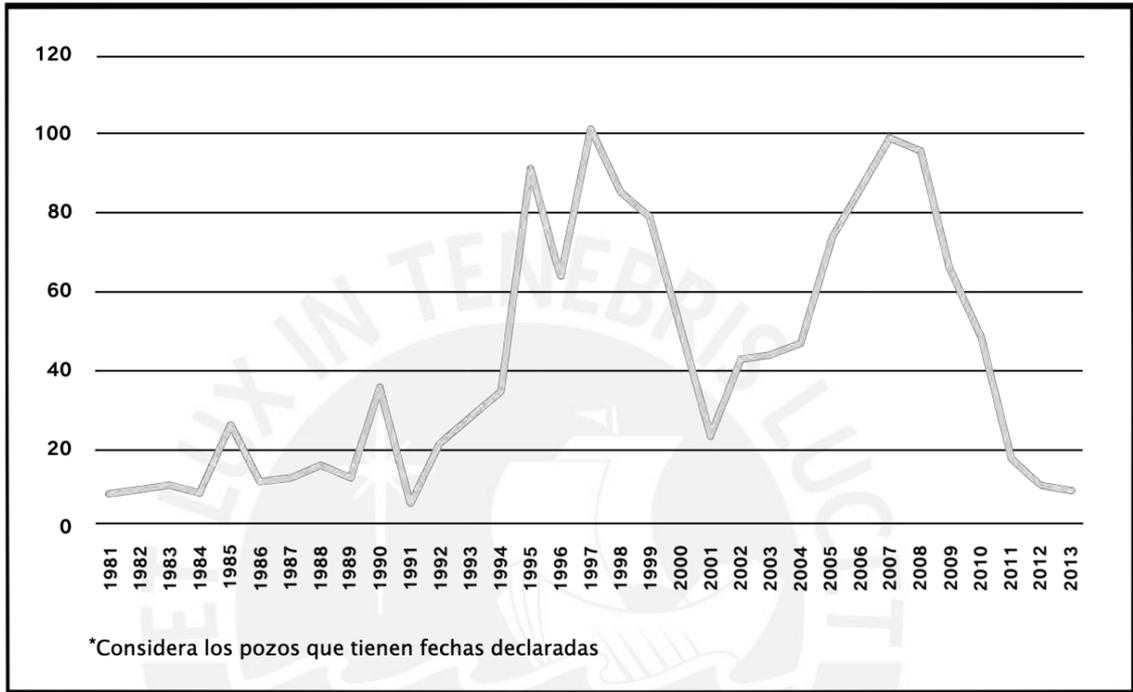
Por otra parte, y en relación a la acción estatal, a pesar de que en el año 2008 el Ministerio de Agricultura emitió la RM 061-2008-AG, por la que declaró la veda para el otorgamiento de nuevos usos de aguas subterráneas y, por tanto, se prohibió la perforación de nuevos pozos en los acuíferos de Ica y Villacurí, y luego en 2009 la veda se extendió al acuífero de Lanchas mediante RJ 763-2009-ANA, estos dispositivos no han sido plenamente implementados. Sin embargo, dado el problema de deterioro de los acuíferos, la veda fue ratificada mediante la RJ 330-2011-ANA en el año 2011 (Muñoz 2016).

Contradictoriamente, durante el mismo año 2011 la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) de Chaparra-Chincha, instancia regional de la ANA, emitió varias resoluciones directorales que autorizan la perforación de pozos acudiendo a diversos procedimientos que pueden ser considerados de excepción a la veda (Cárdenas 2012). La debilidad y actitud contradictoria de la autoridad estatal en relación a evitar el mayor deterioro del acuífero se encuentra con la dificultad de autorregulación por parte de las empresas agroexportadoras mediante la acción colectiva. El deterioro del recurso común tiene su expresión en el descenso del nivel o napa freática de los acuíferos y en la disminución de la vida útil de los pozos de agua subterránea en Ica, Villacurí y Lanchas.

Asimismo, y considerando la primera década del boom exportador, se puede observar también que conjuntamente con el incremento de la producción se incrementó el número de pozos perforados desde 1991 al 2000. De la misma manera, del 2000 al 2013 los nuevos pozos perforados aumentaron de 20 a 95 por año (ver gráfico 1). También se observa que, según los inventarios de agua subterránea del acuífero de Ica, en el año 2002 se explotaron 225 hm<sup>3</sup>/año de agua subterránea, llegando hasta 385.5 hm<sup>3</sup>/año en 2007 y a 335 hm<sup>3</sup>/año en 2009 (Muñoz y Zúñiga 2018).

**Gráfico 1**

**Número de pozos perforados por año en el valle de Ica (1981-2013)**

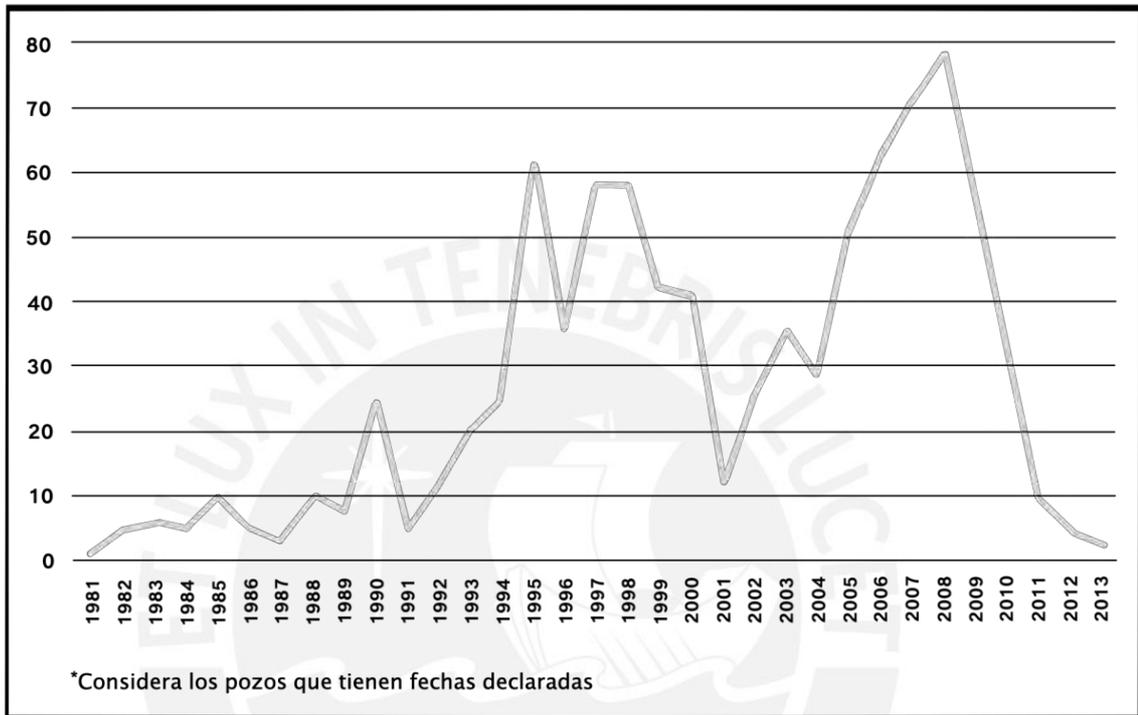


Fuente: ANA (2014a). Elaboración propia.

También es posible señalar que la sobreexplotación del acuífero de Villacurí-Lanchas fue incrementándose en el mismo periodo que el indicado para el acuífero de Ica (ver gráfico 2).

Gráfico 2

Número de pozos perforados por año en las pampas de Villacurí-Lanchas



Fuente: ANA (2014a). Elaboración propia.

Desde fines de los años noventa el uso del agua subterránea ha transformado el desierto de Ica en un oasis para la agro-exportación (Rendón 2009; Marshall 2014). Como se observa en la siguiente tabla, al 2012 el área irrigada por agua superficial (4,200 ha) era menor a la mitad del agua subterránea (9,000 ha) y ambas fuentes o riego mixto (22,000 ha).

La demanda de agua superficial alcanza unos 250 MMC, para una cantidad de 5,819 usuarios; mientras que la demanda de agua subterránea es de 300 MMC para 10 usuarios. Si bien el uso único de agua subterránea responde al 36.4% de la demanda total por agua, este es realizado solo por un 0.1% de usuarios (ver cuadro 4).

**Cuadro 4**

<b>Demanda y uso de agua superficial y subterránea, 2012</b>							
	<b>Área (ha)</b>	<b>Número de usuarios</b>	<b>Demanda Agua superfic. MMC</b>	<b>Demand a Agua subterr. MMC</b>	<b>Demand a total %</b>	<b>Demanda de agua (m3/usuario)</b>	<b>Regantes %</b>
<b>Riego superficial</b>	4,200	5,819	50	0	9.1%	8,592.54	71.2%
<b>Riego mixto</b>	22,000	2,341	200	100	54.5%	128,150	28.7%
<b>Riego subterráneo</b>	9,000	10	0	200	36.4%	20,000,000	0.1%
<b>Total</b>	35,200	8,170	250	300	100.0%		100%

Fuente: Cárdenas (2012: 34). Elaboración propia.

Asimismo, aparte de las vedas que la autoridad estatal del agua dispuso entre 2008 y 2011 para impedir la perforación de nuevos pozos, también ordenó la aplicación de procedimientos sancionatorios e imposición de multas ante el incumplimiento por parte de algunas empresas agroexportadoras de la Ley de Recursos Hídricos; pero tampoco se tuvo los resultados esperados debido a que los procesos e instrumentos de aplicación fueron muy ineficientes o tuvieron una respuesta por parte de los agroexportadores que neutralizó los procedimientos establecidos.

El problema observado con la acción estatal se debe a que, por un lado, los órganos desconcentrados de la Autoridad del Agua no han contado con la tecnología adecuada para la supervisión de pozos, ni con la cantidad de recursos humanos necesarios; y, por otro lado, existe una ausencia de condiciones legales que protejan al agente regulador. La AAA y las ALA's no tienen amparo legal suficiente y seguro para poder inspeccionar e ingresar a los predios donde se encuentran los pozos. Esta situación es un problema de debilidad de la capacidad regulatoria del Estado en general, y de debilidad frente al poder que ejercen las empresas agroexportadoras en Ica, en particular (Muñoz 2015; Muñoz y Zúñiga 2018).

## **2.6. Acción colectiva, agro-exportación y concentración de activos**

### **2.6.1. Acción colectiva y organizaciones de usuarios de agua subterránea**

La negociación para encontrar una solución al problema de escasez del agua subterránea en Ica surgió por medio de la acción colectiva con la creación de organizaciones de usuarios de dicho recurso; y que han actuado en buena parte como grupo de presión según uno de los enfoques teóricos presentados (Olson, 1982). La reducción de la napa freática de los acuíferos a mediados de los años 2000 se hizo evidente para los usuarios. En reacción al problema emprendieron una acción colectiva frente al gobierno nacional para conseguir dispositivos legales y financiamiento público que permitiese la recarga de los acuíferos de Ica y Villacurí-Lanchas. Esto sería a través de la aprobación de proyectos de trasvase de aguas de lagunas y ríos que se encuentran en la sierra peruana hacia la costa.

Históricamente, Villacurí era un lugar desértico que cambió enteramente a partir de los años 90 debido a la libre extracción de agua subterránea para cultivos de agro-exportación. En el año 2006 los agricultores asentados en este lugar decidieron conformar la Comisión de Regantes de Aguas Subterráneas del Sector de Villacurí. En el 2008, los regantes comenzaron a enfrentar los problemas de descenso de la napa freática del acuífero; y por esto decidieron exigir al Estado que diese una solución al problema. Sin embargo, para poder hacer sentir sus voces y propuestas era necesario que conformasen una junta conformada por más de una comisión de regantes (Muñoz y Zúñiga, 2018).

En el año 2008 se creó la Comisión de Regantes del Sector Lanchas, con lo cual se constituyó el Distrito de Riego de Río Seco. En este mismo año se conformó la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Río Seco (JUDRRS), lo cual les permitió relacionarse adecuadamente con todas las entidades oficiales del agua, siendo uno de sus principales objetivos enfrentar el problema de sobreexplotación del acuífero. Desde entonces, buscaron que la entonces

Intendencia de Recursos Hídricos del Instituto de Recursos Naturales (INRENA) elaborase un estudio para viabilizar la recarga del acuífero de Villacurí-Lanchas.

Debido a los esfuerzos de los usuarios organizados de esta zona se logró que en 2009 fuera aprobado por la ANA el "Proyecto de Afianzamiento Hídrico de la Cuenca del río Pisco" y el "Proyecto de Afianzamiento Hídrico de la Cuenca del río Seco". En el 2011, se declararon de interés público ambos proyectos de recarga para el sector agrícola de la zona de Villacurí y Lanchas, seguido del estudio y su aprobación por la Oficina de Programación e Inversiones del Gobierno Regional (GORE) de Ica junto con la ANA. Para proceder con la ejecución, el Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha (PETACC) del GORE Ica se encargó de acelerar la evaluación de estos proyectos de inversión, realizar los estudios hídricos, certificar la procedencia de las reservas de agua de libre disponibilidad y declarar su viabilidad.

En el caso de la cuenca del río Ica, también surgió la cooperación entre los usuarios para encontrar una solución al deterioro del acuífero a partir de la demanda de proyectos de recarga. En 2005 se creó la Comisión de Regantes de Aguas Subterráneas del Valle de Ica (CRASVI) en un momento en que se había declarado una situación de emergencia hídrica en Ica. Luego, en el año 2008 se constituyó la Junta de Usuarios de Agua Subterránea del Valle de Ica (JUASVI). Dicha organización tuvo por objetivo principal enfrentar el problema del descenso de la napa freática del acuífero de Ica, pero también exigir al Estado el otorgamiento de derechos de uso de agua subterránea y mayor atención a los pedidos de los empresarios agro-exportadores (Oré 2011). Para el desarrollo de las acciones de presión y lobby ante el Estado se requiere de un equipo que se haga cargo y cuyos gastos son financiados por la propia organización. Esta situación se asemeja al modelo de juego del "contrato autofinanciado".

Es así como la acción colectiva organizada a través de las Juntas de Usuarios que administran el agua subterránea, que buscaba en su origen enfrentar el problema del deterioro del acuífero, en forma conjunta y como objetivo comúnmente acordado, ha derivado en otra forma de acción colectiva a través de la cual los agroexportadores actúan como grupo de presión y de lobby ante el Estado. Ellos propusieron, y aún se mantiene la propuesta, el financiamiento de grandes proyectos de trasvase de aguas de la parte alta de la cuenca a la parte baja para la recarga del acuífero; y de la misma forma enfrentan conjuntamente los dispositivos del Estado que buscaba otorgar nuevas concesiones de tierras eriazas en los alrededores del valle para la producción en gran escala de agro-combustibles, lo cual fue rechazado e impedido por la presión de los agroexportadores.

Asimismo, otro de los incentivos para la organización de Juntas de Usuarios de agua subterránea fue la búsqueda de la descentralización del otorgamiento de los derechos de uso de agua del subsuelo, los cuales solo se daban en la capital del país. En esta reivindicación tuvieron éxito, y dicha función pasó a las Administraciones Técnicas de los Distritos de Riego (ATDR) a cargo del Ministerio de Agricultura, una de las cuales existía para el río Ica, que luego se transformó en Autoridad Local del Agua (ALA-Ica).

Hasta la fecha, las Juntas de Usuarios tienen el reconocimiento del Estado para participar en la gestión del agua. Según la Ley de Recursos Hídricos (ley 29338), las Juntas de Usuarios de Agua Subterránea son organizaciones encargadas de la participación en la gestión multisectorial y uso sostenible del agua; por ello, estas tienen la función de (a) distribuir el agua de la fuente subterránea en común, (b) cobrar y administrar las tarifas de agua y (c) operar y mantener la infraestructura hidráulica (Muñoz y Zúñiga, 2018).

### **2.6.2. Concentración de tierras y deterioro de los acuíferos en el valle**

El valle de Ica no tiene agua permanente de tipo superficial todo el año, pero tiene agua regulada por el sistema Choclococha, proyecto de represamiento que se ejecutó en los años cincuenta y cuya vida útil es todavía importante. La acción colectiva de los usuarios se hace cargo de la gestión y distribución del agua del río a través de las juntas y comités de regantes. El acceso al agua superficial está normado, se pagan tarifas que aplican las propias juntas de usuarios y existen incentivos selectivos que buscan enfrentar el problema de quienes no quieren pagar o cumplir con sus obligaciones de usuarios. Las relaciones entre los regantes, pequeños, medianos y grandes productores, se caracterizan más por la cooperación que por el conflicto en torno al uso del agua superficial.

Los mecanismos con los cuales se fortaleció el proceso de reasignación del acceso y uso del agua subterránea en favor del grupo de agroexportadores fueron los siguientes: apertura del mercado de tierras para realizar la compra-venta de fundos que contaban con pozos de agua tanto en uso como en desuso; los incentivos para invertir en perforar nuevos pozos en tierras eriazas compradas o adjudicadas por el Estado para impulsar la agroexportación; y la compra de pozos de agua que estaban en propiedad de pequeños propietarios ex cooperativistas y que a través de un sistema de canales o tubos permite llevar agua a los terrenos de las empresas agroexportadoras (Muñoz *et al.* 2014).

De esta forma avanzó el proceso de consolidación del grupo de empresarios agroexportadores en la región incrementándose el poder que detentan. Poseen grandes extensiones de tierras, tienen recursos económicos que les genera su participación en el mercado internacional; y han incrementado su influencia política para organizar el territorio en función de sus demandas. Esto fue explicado en un trabajo de investigación donde se señala lo siguiente:

Los agroexportadores han logrado consolidar un poder político que les ha permitido concentrar recursos, influir en instituciones y organizar el

territorio en función de sus demandas. Por un lado, han logrado la ampliación de la frontera agrícola sobre el desierto, a costa de explotar el acuífero de Villacurí. Por otro lado, han promovido la ejecución de infraestructura de trasvase, lo que ha reducido la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Alto Pampas (...) Este grupo ha logrado consolidarse como un actor dominante, no solamente en términos económicos, sino también políticos, gracias a su capacidad para establecer un discurso hegemónico de desarrollo y permear la institucionalidad estatal. (Damonte et al., 2018: 59-60).

Asimismo, existe una heterogeneidad de agentes muy marcada en el valle de Ica. Se hallan presentes pequeños agricultores o minifundistas, parceleros, medianos agricultores o ex hacendados, y empresas agro-exportadoras. Entre ellos se dan importantes diferencias en el tamaño de la propiedad, en los cultivos y técnicas de riego, en el acceso al agua de riego, en el mercado al que se dirigen, en la organización de usuarios que los representa, entre otras (ver cuadro 5). En las pampas de Villacurí-Lanchas se hallan presentes empresas agro-exportadoras casi en su totalidad.

Varios estudios han hecho referencia a diversas características de esta heterogeneidad. Se han analizado las formas de apropiación de la tierra (Marshall 2014). También las implicancias de la desigualdad en la distribución de los activos (tierra, tecnología, capital) y de los modos de acumulación del agua que generan escasez del recurso hídrico (Eguren 2003; Damonte et al 2014; Oré 2011).

Se desprende de estas investigaciones que, tanto la concentración de tierras como la priorización implícita del uso del agua subterránea para la agro-exportación, es el resultado del nuevo régimen de tenencia de la tierra en el que sobresalen por su poder económico el grupo de empresarios agro-exportadores. Esta situación de gran heterogeneidad en la región hace más compleja la acción colectiva y más difícil la comunicación entre los agentes, en particular para enfrentar el problema del deterioro del acuífero.

Cuadro 5

## Características de los agentes económicos en la agricultura de Ica

Características	Agroexportadores	Ex-hacendados	Parceleros	Minifundista
Tamaño de propiedad (ha)	80 – 2,000	30 – 200	4-30	<1-4
Nº de miembros	30	80	750	8,000
Cultivos	Esparrago, uva de mesa, palta, alcachofa, tomate, rosas, paprika, melón.	Esparrago, uva de mesa, palta, alcachofa, tomate, rosas, paprika, melón.	Algodón, pecanas, uva de mesa, maíz, papa, palta	Uva para pisco, frutas, maíz, pallar, pecanas, garbanzo, frutas
Mercado	Brokers, USA, Europa	Brokers, Agroexportadores, supermercados	Agroexportadores y mercado local	Autoconsumo, mercado local.
Fuente de agua principal	Solo agua subterránea	Agua subterránea y agua superficial	Agua superficial y agua subterránea en época seca	Agua superficial
Técnica de riego	Riego por goteo y pulsos	Riego por goteo y pozas	Gravedad por surcos	Inundación en pozas
Organización de usuarios y control del Estado	Representados por la JUASVI – supuestamente regulada por la ALA- Ica	Representados por la Junta de usuarios de La Achirana, la Junta del Rio Ica y La JUASVI (ALA-Ica)	Representados por la Junta de usuarios de La Achirana, la Junta del Rio Ica. (ALA- Ica)	Representados por la Junta de usuarios de La Achirana, la Junta del Rio Ica. (ALA-Ica)
Tarifa de agua (S./m <sup>3</sup> )	Retribución económica por agua subterránea S/. 0.00102	Agua superficial La Achirana S/. 0.032. Agua subterránea S/. 0.00102	Agua superficial La Achirana S/. 0.032. Agua subterránea S/. 0.4	Agua superficial La Achirana S/. 0.032/m <sup>3</sup>

Fuente: Cárdenas (2012). Con base en: Oré (2005), Hepworth et al. (2010).

Sobre la (re)concentración de tierras y fuentes de agua, Damonte *et al.* (2014) explican, según la experiencia internacional, cómo grupos de élite han expandido su propiedad sobre los recursos hídricos con el objetivo de ampliar la producción capitalista y promover el desarrollo agrícola a nivel global. Los casos de expansión de la propiedad del recurso hídrico son desarrollados por Shah *et al.* (2000), Swyngedouw (2004, 2009) y Shiva (2007). En casi todos estos casos la actuación de los agentes o apropiadores de tierras que cuentan con agua subterránea ha desembocado en la sobreexplotación del recurso,

además de ampliar la desigualdad social y pobreza rural. De acuerdo a dichos autores, durante este proceso de concentración de activos el agua adquiere un valor privado y se transforma en una mercancía que pierde todo valor de uso público (Damonte *et al.* 2014).

En el periodo comprendido entre 1994 y 2012 se ha producido un cambio significativo en la propiedad de la tierra en la provincia de Ica. La gran propiedad (superior a las 500 ha) ha crecido en 347.9%, mientras que la pequeña propiedad agropecuaria (inferior a las 5 ha) ha descendido en -27.3%, según las definiciones de propiedad media por productor que se ha establecido<sup>2</sup> (ver cuadro 6). Para la construcción de los tamaños de propiedad media por productor en Ica, se han utilizado los censos nacionales agropecuarios de 1994 y 2012, que son los dos últimos realizados.

**Cuadro 6**

<b>Tamaño de la unidad agropecuaria - variación 1994-2012 (propiedad media por productor)</b>			
<b>ICA</b>			
<b>Tamaño</b>	<b>Propiedad media por productor</b>		<b>Variación</b>
	1994	2012	
<b>Hasta 4.99 ha</b>	1.2	0.9	-27.3%
<b>De 5 a 99.99 ha</b>	13.5	14.5	7.3%
<b>De 100 a 499.99 ha</b>	178.2	213.3	19.7%
<b>De 500 ha o más</b>	1373.6	6152.6	347.9%

Elaboración propia con base a estadísticas de los Censos Nacionales Agropecuarios (III y IV CENAGRO) de 1994 y de 2012.

Asimismo, a partir de la información obtenida de ambos censos agropecuarios se ha podido calcular el Coeficiente de Gini de concentración de la tierra para

<sup>2</sup> Se ha construido un indicador de concentración de la tierra por el tamaño promedio de unidad agropecuaria dentro de cuatro rangos de extensión (hasta 4.99 ha; entre 5 y 99.99 ha; entre 100 y 499.99 ha; y de 500 ha a más), que se ha elaborado a partir de los datos del III y IV CENAGRO realizados en 1994 y 2012, respectivamente. Para obtener la propiedad media por productor dentro de cada rango de extensión se ha dividido el número de hectáreas sobre el número de productores.

las cinco provincias del departamento de Ica (ver cuadro 7). Cabe señalar que dicho coeficiente se ha elevado en el periodo de 1994 a 2012 en todas las provincias, y en algunas de ellas ha sido muy significativo el incremento, como es el caso de Ica y de Pisco.

**Cuadro 7**

<b>Coeficiente Gini de concentración de la tierra - Ica</b>		
	<b>Coeficiente Gini</b>	
<b>Provincia/año</b>	1994	2012
Ica	0.57	0.88
Pisco	0.29	0.71
Chincha	0.61	0.82
Nazca	0.32	0.43
Palpa	0.78	0.90

Elaboración propia con base a estadísticas de los Censos Nacionales Agropecuarios (III y IV CENAGRO) de 1994 y de 2012.

La propiedad de la tierra es fundamental para ejercer el control del acceso al agua subterránea. Además, los propietarios no solo usan el propio recurso hídrico, sino que pueden comprarlo de otros propietarios a fin de aumentar la cantidad de agua disponible para los cultivos. Desde los años 2000, tanto por su poder tecnológico como por su éxito económico, los agroexportadores se han convertido en el grupo más influyente de la región (Damonte y Gonzales 2018; Muñoz 2016).

El papel del Estado está relativamente neutralizado dentro de estas relaciones de poder. Se adapta con debilidad al problema de escasez de agua, y aun cuando posee dispositivos legales para hacer uso de sus funciones reguladoras, a fin de contrarrestar el deterioro de los acuíferos, no las ejerce a plenitud. Ha tratado por diversas formas de imponer restricciones a la utilización de agua subterránea prohibiendo la perforación de nuevos pozos, pero sin éxito suficiente. La cantidad de nuevos pozos sin licencia ha crecido en las zonas de los acuíferos de Ica, dada la rentabilidad de los productos de

agro-exportación y la propia debilidad estatal. En varios casos la propia autoridad competente del agua da nuevas licencias para uso de agua subterránea cuando se halla en vigencia la prohibición legal de abrir nuevos pozos en el área del acuífero (Cárdenas 2012; Muñoz 2015).

Por otra parte, la memoria del fracaso de la acción colectiva en la población de valle, que estuvo organizada mediante las cooperativas agrarias en los años setenta y ochenta, explica en parte la poca resistencia de los pequeños productores y sus organizaciones ante estos nuevos procesos de concentración de tierras y fuentes de agua subterránea. Además, los grandes productores agroexportadores tienen un origen externo a la región y proveniente de otras actividades económicas, por lo que culturalmente no tienen raíces en la sociedad local y son más propensos a priorizar la rentabilidad de los cultivos a la conservación de los acuíferos en el territorio en el que utilizan el agua para la producción.

Sin embargo, la introducción de modernas tecnologías de riego en el valle de Ica abrió posibilidades para un uso eficiente del agua en la producción; y genera mayor flexibilidad en su aplicación. Son muy utilizadas las tecnologías de riego por micro-aspersión y las tecnologías computarizadas. Estas últimas permiten la aplicación de agua solo en la cantidad necesaria para la planta, siguiendo un esquema de horarios que establecen los expertos en cada producto. Estas tecnologías han propiciado grandes avances en el desarrollo económico regional.

Asimismo, la adopción de este tipo de tecnologías permite no solo el incremento de la productividad, sino también el ahorro de agua por unidad de cultivo; pero en el agregado se aumentó el uso de agua subterránea al hacerse posible la ampliación de los cultivos hacia las tierras desérticas que rodean el valle e incrementarse en forma considerable la producción de bienes agrícolas para la exportación. El uso de estas tecnologías demanda una gran inversión adicional en equipos y formación del personal para realizar el trabajo en el

campo. De esta forma, la introducción de nuevas tecnologías de riego queda enmarcada en un entorno socioeconómico e institucional, signado por la rentabilidad y los costos, lo mismo que por el tiempo de su puesta en práctica y el modo de operación.

Una de las tecnologías para el uso del agua subterránea es la construcción de pozos. Hay tres tipos de pozos: tubulares, mixtos y de tajo abierto. En el valle de Ica y Villacurí la explotación de las aguas subterráneas es principalmente por pozos tubulares. De los distritos del valle, el que sobresale por la mayor cantidad de agua subterránea explotada en 2009 es Salas-Villacurí con un volumen de 216.42 MMC, y es a su vez el que tiene el mayor número de pozos con 1,046; seguido por el distrito de Santiago con 121.46 MMC, que es también el segundo en número en el valle con 514 pozos.

En el año 2009 se realizó el Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos (IRHS) a nivel nacional, dando como resultado que en Ica y Villacurí existían 2,880 pozos de agua subterránea. De este total, era en el valle de Ica donde existía el 64% de los pozos y en Villacurí el 36% restante. En la clasificación total por tipo de pozos, se encontraron 1,840 tubulares, 354 mixtos y 686 de tajo abierto. Y en la clasificación por estado de los pozos, existían 1,333 utilizados, 472 utilizables y 1,055 no utilizables por estar abandonados, enterrados, secos o sellados.

De los distintos fines por los cuales se explota el agua subterránea en Ica y Villacurí tenemos que el fin principal es el uso agrícola, que representa el 92% del total utilizado, es decir 526.18 MMC o 16,68 m<sup>3</sup>/s. Luego sigue el uso doméstico con 7% del total, es decir 35.02 MMC. Los otros usos, tanto industrial como pecuario, representan solamente el 1% del total utilizado de agua subterránea.

## 2.7. Conclusiones

El incremento de la producción agrícola y el auge agroexportador de una zona geográfica determinada requiere de recursos fundamentales como tierra, agua y tecnología; aparte de capital financiero y capital humano. En el periodo comprendido de 1990 a 2017 el valle de Ica en Perú ha tenido un crecimiento agrario sumamente importante; además, experimenta una gran demanda internacional por los productos que se cultivan en dicha zona. Se trata de productos que a su vez tienen altos requerimientos de agua para su cultivo, en particular de agua subterránea que ofrece una mayor calidad en el proceso productivo. La existencia de acuíferos con reservas de agua significativas atrajo la inversión privada de empresas modernas, para dedicar sus recursos a cultivos de agroexportación que tienen altas rentabilidades en el mercado internacional.

Este crecimiento económico se ha llevado a cabo concentrando la tierra y reasignando el acceso y uso del agua subterránea a un pequeño grupo de usuarios agroexportadores. Este proceso llevado a cabo desde los años 90 ha dado mayor poder a las empresas agroexportadoras, las cuales responden individualmente ante la señal del mercado internacional que demanda en forma creciente los productos generados en el valle de Ica. Cada empresa decide la cantidad de pozos a perforar y el volumen de agua subterránea que debe extraer, dados los requerimientos técnicos de los cultivos. Esto lleva a un descenso del nivel o napa freática del acuífero y a un deterioro del recurso común por sobreexplotación, lo que provoca ineficiencias en el funcionamiento de los pozos, menores caudales extraídos de agua, incluso con mayores impurezas, y mayores costos de operación de la infraestructura de riego.

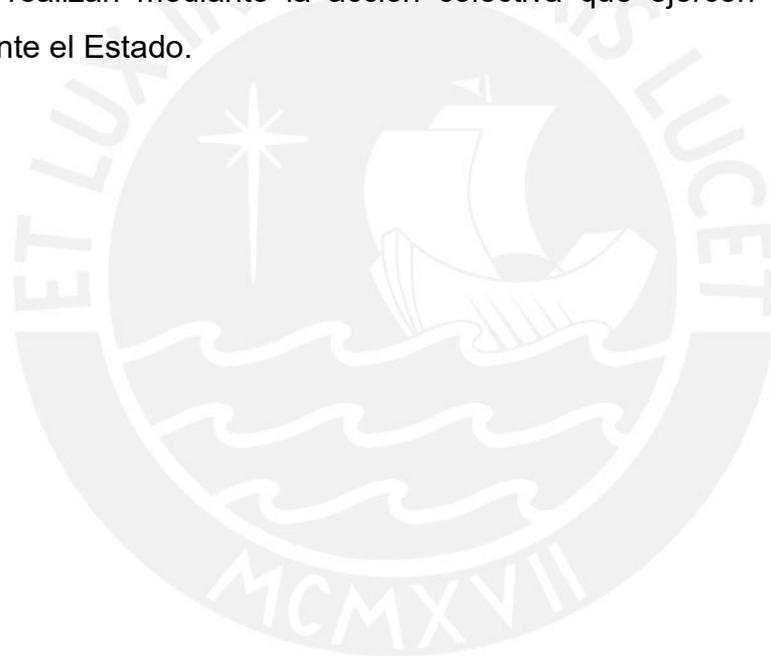
La acción colectiva de los productores no tiene éxito en la conservación del acuífero, pues los altos beneficios inmediatos o de corto plazo que se obtienen de su explotación son el principal incentivo para la actuación de los agroexportadores, aunque la cooperación que implica costos para conservar el

acuífero brindaría una explotación sustentable y por tanto también beneficios para todos. Al no ser la cantidad de agua subterránea infinita se genera un problema de escasez y de cada vez mayores costos y exigencias a los productores que tienen que perforar pozos a mayor profundidad, llevando en consecuencia a un cada vez mayor deterioro del recurso común (el acuífero). Es decir, la sobreexplotación de agua subterránea en Ica permite mantener e incluso elevar la producción y los beneficios que obtienen los agroexportadores, dado que los productos que se ofrecen tienen alta demanda internacional.

Es importante precisar que a las empresas agroexportadoras solo les interesa el beneficio que pueden obtener a corto plazo. En caso estos se redujesen significativamente o si los costos de extracción se volviesen demasiado elevados, el capital empresarial migrará a otros lugares, con lo cual se puede concluir que los resultados que predice el “dilema del prisionero” de efectos negativos sobre los beneficios de los agroexportadores no afecta su toma de decisiones de corto plazo, continuando dichos agentes con la explotación cada vez más intensiva del agua subterránea.

En estas circunstancias el Estado puede utilizar su capacidad de intervención para encontrar una solución sostenible al problema de los acuíferos de Ica, que se hallan en una situación de emergencia hídrica. Esta presencia eficaz debiera ser mediante la regulación y dispositivos que normen la extracción de agua subterránea con mecanismos confiables que hagan sustentable la explotación del acuífero. La acción del Estado debe evitar, por tanto, la emisión de disposiciones contradictorias con sus propias normas en el acceso y uso de los acuíferos; y no generar incentivos para la perforación de nuevos pozos, como se evidenció durante un periodo inmediatamente después de que la autoridad competente declarase una veda para impedir la perforación de nuevos pozos. De lo contrario estaría contribuyendo al deterioro del recurso hídrico.

De esta forma, la negociación para que los agroexportadores acepten las disposiciones públicas tendrá relación con la fortaleza y la generación de incentivos creíbles por parte del Estado. Sin embargo, también es preciso señalar que el sistema de agentes privados con poder prefiere desenvolverse sin mayor regulación estatal para la extracción del agua subterránea. Pero dichos agentes sí proponen y demandan fuertes subvenciones públicas para la construcción de infraestructura hídrica como trasvases de agua desde las partes altas, represas y grandes canales hacia el valle de Ica y Villacurí para ampliar la disponibilidad de agua de riego y la recarga de los acuíferos. Esto último lo realizan mediante la acción colectiva que ejercen como grupo de presión ante el Estado.



## 2.8. Bibliografía

- Aarnoudse, E., Bluemling, B., Wester, P., Qu, W. (2012). The role of collective groundwater institutions in the implementation of direct groundwater regulation measures in Minqin County, China. *Hydrogeology Journal*, 20(7): 1213-1221.
- Aguilera, F. (2012). Hardin, Ostrom y los recursos de propiedad común: un desencuentro inevitable y necesario. *Revista Documentación Social*, (165): 49-66.
- Ambec, S., Garapin, A., Muller, L., Reynaud, A., and Sebi, C. (2009). Comparing regulations to protect the commons: an experimental investigation. *Environmental Economics and Resource Economics* forthcoming.
- Amichi, H., Bouarfa, S., Kuper, M., Ducourtieux, O., Imache, A., Fusillier, J.L., Bazin, G., Hartani, T., Chehat, F. (2012). How does unequal access to groundwater contribute to marginalization of small farmers? The case of public lands in Algeria. *Irrigation and Drainage*, 61(1): 34-44. <https://doi.org/10.1002/ird.1660>
- Autoridad Nacional del Agua (2012a). *Plan de gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas*. Perú: Documento: ANA-MINAG.
- Autoridad Nacional del Agua (2012b). *Diagnóstico situacional de recarga de Acuíferos*. Documento de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos. ANA-Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (2014a). *Plan de Gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacur y Lanchas*. Presentación.
- Autoridad Nacional del Agua (2014b). *Evaluación del Acuífero de Ica-Villacurí-Lanchas*. Programa N°2. Ica: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (2015a). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (2015b). *Plan nacional de recursos hídricos*. Lima: ANA.
- Axelrod, R. (1984). ). Figura 1, Cap. 2. Dilema del prisionero [Cuadro]. En: *The evolution of cooperation* (p. 08). New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- Baggio, J.A., Barnett, A.J., Perez-Ibarra, I., Brady, U., Ratajczyk, E., Rollins, N., Rubiños, C., Shin, H.C., Yu, D.J., Aggarwal, R., Anderies, J.M., Janssen, M.A. (2016). Explaining success and failure in the commons: the configural nature of Ostrom's institutional design principles. *International Journal of the Commons* 10 (2), 417–439.
- Bekkar, Y., Kuper, M., Errahj, M., Faysse, N., Gafsi, M. (2009). On the difficulty of managing an invisible resource: Farmers' strategies and perceptions of

- groundwater use, field evidence from Morocco. *Irrigation and Drainage*, 58(3): 252-S263. <https://doi.org/10.1002/ird.527>
- Berkes, F. (1989). *Common property resources: ecology and community-based sustainable development*. Belhaven Press.
- Blomquist, W. (1992). *Dividing the waters: governing groundwater in Southern California*. ICS Press Institute for Contemporary Studies.
- Boelens, R. (2009). The politics of disciplining water rights. *Development and Change*, 40(2): 307-331.
- Bouarfa, S., Kuper, M. (2012). Groundwater in irrigation systems: From menace to mainstay. *Irrigation and Drainage*, 61(1): 1-13. <https://doi.org/10.1002/ird.1651>
- Bromley, D. W. (1992). *Making the commons work*. San Francisco: Institute for Contemporary Studies Press.
- Cárdenas, A. (2012). *La carrera hacia el fondo. Acumulación de agua subterránea por empresas agro-exportadoras en el valle de Ica, Perú*. Irrigation and Water Engineering Group. The Netherlands: Wageningen University.
- Chacaltana, J., Bernedo, J., Velazco, T., Miró-Quesada, J., y Moreno J.C. (2007). *Desafiando al desierto: realidad y perspectivas del empleo en Ica*. Lima: Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación.
- Cuentas, M. A. (2017). Anexo 1, Cap. 2. Ubicación de la cuenca del río Ica y pampas de Villacurí [Mapa]. En: Oré, M.T. y Muñoz, I. (Eds.), *Aguas en Disputa: Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo* (p. 52). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Damonte, G., Pacheco, E. y Grados, C. (2014). Dinámicas de concentración y escasez de agua: el boom agroexportador y los pequeños propietarios en las zonas media y alta del río Ica. En *¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica* (pp. 127-171). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Damonte, G., y Gonzales, I. (2018). Política pública, relaciones de poder y conflicto de intereses en la gestión del agua en Ica. En Oré, M.T. y Muñoz, I. (Eds.), *Aguas en Disputa: Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Dolsak, N. y Ostrom, E. (2003). The challenges of the commons. In Dolsak & Ostrom (eds.) *The Commons in the New Millennium: Challenges and Adaptation*. Massachusetts: MIT Press.
- Eguren, F. (2003). La agricultura de la costa peruana. *Debate Agrario*, 35, 1-38.
- FAO (2018). *Datos sobre alimentación y agricultura*. En FAOSTAT [Web] <http://www.fao.org/faostat/es/#home>

- Faysse, N., El Amrani, M., El Aydi, S., Lahlou, A. (2012). Formulation and implementation of policies to deal with groundwater overuse in Morocco: Which supporting coalitions? *Irrigation and Drainage*, 61(1): 126-134. <https://doi.org/10.1002/ird.1652>
- Faysse, N., Hartani, T., Frija, A., Tazekrit, I., Zairi, C., Challouf, A. (2011). *Agricultural Use of Groundwater and Management Initiatives in the Maghreb: Challenges and Opportunities for Sustainable Aquifer Exploitation*. AFDB Economic Brief, pp.1-24.
- Gelles, P. (2000). *Water and power in highland Peru. The cultural politics of irrigation and development*. New Brunswick, Nueva Jersey y Londres: Rutgers University Press.
- Geng Montoya, D. A. (2017). Anexo 2, Cap. 2. Ámbito geográfico de los acuíferos del valle de Ica y pampas de Villacurí [Mapa]. Elaborado para la Autoridad Nacional del Agua, Instituto Geográfico Nacional.
- Giordano, M. (2009). Global groundwater? Issues and solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 34: 153-178. <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.030308.100251>
- Gómez, R. y Flores F. (2015) Agricultura y servicios eco-sistémicos: el caso del espárrago en Ica. *Apuntes*, 42(77), Lima.
- Grafton, Q. (2000). *Governance of the commons: a role for the State*. The Board of Regents of the University of Wisconsin System.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859). <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Hepworth, N. et al. (2010). *Drop by drop. Understanding the impacts of the UK's water footprint through a case study of Peruvian asparagus*. CEPES, Water Witness International, Progressio.
- Hoogesteger, J., Wester, P. (2015). Intensive groundwater use and (in)equity: Processes and governance challenges. *Environmental Science and Policy*, 51: 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.004>
- Iglesias, E. (2001). *Economía y gestión sostenible de las aguas subterráneas: El acuífero Mancha Occidental*. Madrid: Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias; Universidad Politécnica de Madrid.
- Keohane, R. O., y Ostrom, E. (Eds.). (1995). *Local commons and global interdependence. Heterogeneity and cooperation in two domains*. Sage.
- Knegt, J.W.F., Vincent, L.F. (2001). From open access to access by all: Restating challenges in designing groundwater management in Andhra Pradesh, India. *Natural Resources Forum*, 25 (4): 321-331.

- López-Gunn E. y Rica, M. (2012). La participación activa de los usuarios: la cogestión como forma de gobernanza del agua subterránea. Ponencia publicada en el Congreso Ibérico de Aguas Subterráneas, *Las aguas subterráneas desafíos de la gestión para el siglo XXI*. Zaragoza-Barcelona: Editores Lambán et al. AIH-GE.
- López-Gunn, E. (2003). The Role of Collective Action in Water Governance: A Comparative Study of Groundwater User Associations in La Mancha Aquifers in Spain. *Water International*, 28(3): 367-378.
- López-Gunn, E. (2009). Governing shared groundwater: The controversy over private regulation. *Geographical Journal*, 175(1): 39-51.
- López-Gunn, E. y Cortina, L.M. (2006). Is self-regulation a myth? Case study on Spanish groundwater user associations and the role of higher-level authorities. *Hydrogeology Journal*, 14(3): 361-379.
- Marshall, A. (2014). *Apropiarse del desierto: agricultura globalizada y dinámicas socio-ambientales en la costa peruana: el caso de los oasis de Virú e Ica - Villacurí*. Lima: IFEA, Instituto Francés de Estudios Andinos; Marseille IRD Éditions.
- Meinzen-Dick, R. (2018). Tragedy revisited. *Science* 362, 6420.
- Mukherji, A. (2006). Political ecology of groundwater: The contrasting case of water-abundant West Bengal and water-scarce Gujarat, India. *Hydrogeology Journal* 14(3): 392-406.
- Mukherji, A. y Shah, T. (2005). Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. *Hydrogeology Journal* 13(1): 328-345.
- Muñoz, I. (2011). Desigualdades en la distribución del agua de riego. El caso del valle de Ica. En J. Iguíñiz y J. León, J. (Eds.), *Desigualdad distributiva en el Perú. Dimensiones*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Muñoz, I. (2015). Adaptación y debilidad del Estado: El caso de la escasez de agua subterránea en Ica. *Revista de Ciencia Política y Gobierno*, 3(4): 47-68. Lima: PUCP.
- Muñoz, I. (2016). Agro-exportación y sobreexplotación del acuífero de Ica en Perú. *Anthropologica*, 34(37): 115-138.
- Muñoz, I.; Navas, S. y Milla, M. (2014). El problema de la disponibilidad de agua de riego: el caso de la cuenca del río Ica. En *¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica* (pp. 87-126). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Muñoz, I. y Zúñiga, A. (2018). El problema de sobreexplotación de los acuíferos de Ica y Villacurí-Lanchas: estudio de caso bajo en enfoque institucional del manejo de los recursos de uso común. En *Aguas en disputa. Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo* (pp. 113-165). Lima: Fondo Editorial PUCP.

- Olson, M. (1965). *Logic of collective action: Public goods and the theory of groups*. Harvard University Press.
- Olson, M. (1982). *The Rise and Decline of Nations: Economic Growth, Stagflation, and Social Rigidities*. Harvard University Press.
- Oré, M. T. (2005). *Agua, bien común y usos privados. Riego, Estado y conflictos en La Achirana del Inca*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad de Wageningen, Países Bajos y Soluciones Prácticas. Lima, Perú.
- Oré, M. T. (2011). Las luchas por el agua en el desierto Iqueño: El agua subterránea y la reconcentración de tierras y agua. En Boelens R., y otros (eds.), *Justicia Hídrica. Acumulación, conflicto y acción social* (pp. 423-434). Lima: Justicia Hídrica, IEP y Fondo Editorial PUCP.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2000). Figura 2, Cap. 2. Juego del «contrato autofinanciado» [Cuadro]. En: *El gobierno de los comunes* (p. 45). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ostrom, E., Schroeder, L., y Wynne, S. (1993). *Institutional incentives and sustainable development: Infrastructure policies in perspective*.
- Perez-Quesada, G., y Hendricks, N. (2021). Lessons from local governance and collective action efforts to manage irrigation withdrawals in Kansas. *Agricultural Water Management* 247.
- Quintana, J. (2011). *Las aguas subterráneas de los acuíferos de Ica, Villacurí y Lanchas. Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos*. Lima: Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Rendón, E. (2009). *Exportaciones agrarias y gestión sostenible del agua en la costa peruana: El caso del valle de Ica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Shah, T., Bruke, J., Vullholth, K., Angelica, M., Custodio, E., Daibes, F., Hoogesteger van Dijk, J.D., Giordano, M., Girman, J., Gun, J.v.d., Kendy, E., Kijne, J., Llamas, R., Masiyandama, M., Margat, J., Marin, L., Peck, J., Rozelle, S., Sharma, B., Vincent, L.F., Wang, J. (2007). Groundwater: a global assessment of scale and significance. In: D. Molden (Ed.), *Water for food, Water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Earthscan* (pp. 395-423). London.
- Shah, T., Giordano, M., Mukherji, A. (2012). Political economy of the energy-groundwater nexus in India: Exploring issues and assessing policy options. *Hydrogeology Journal*, 20(5): 995-1006.

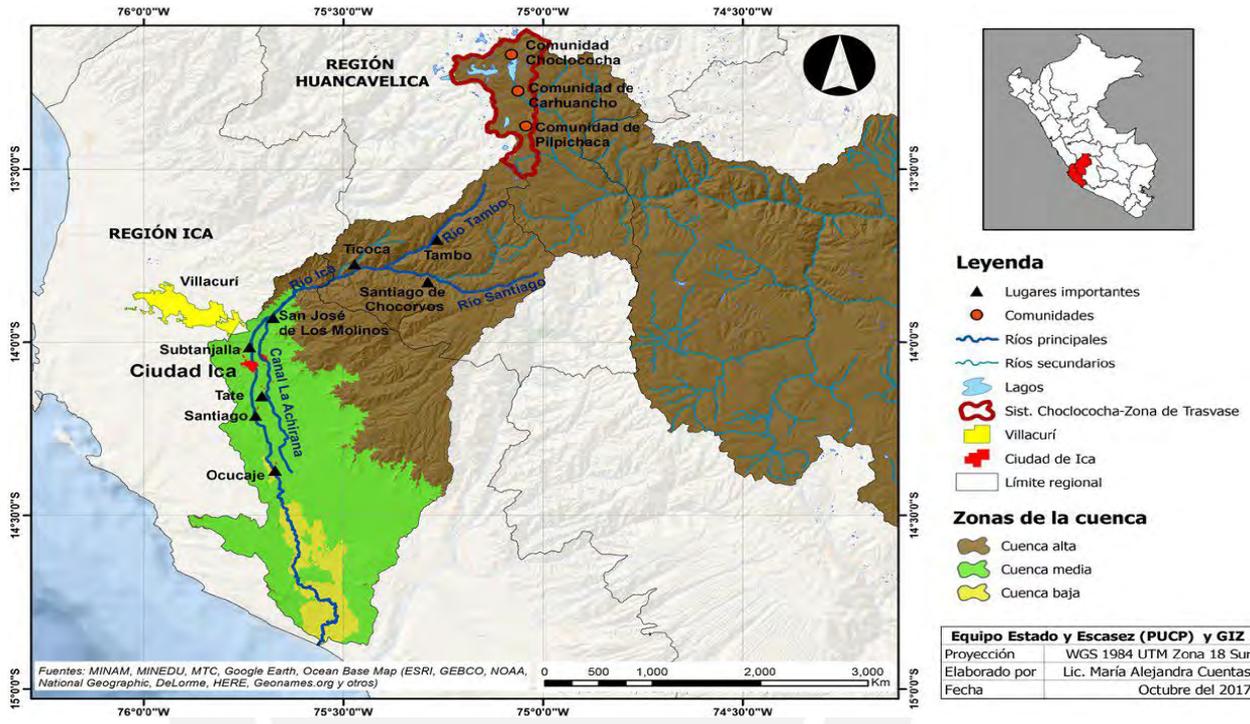
- Shah, T., Molden, D., Sakthivadivel, R. y Seckler, D. (2000). *The global groundwater situation: Overview of opportunities and challenges*. Colombo, Sri Lanka: International Management Institute.
- Shalsi, S., Ordens, C.M., Curtis, A., Simmons, C.T. (2019). Can collective action address the “tragedy of the commons” in groundwater management? insights from an australian case study. *Hydrogeology Journal* 27, 2471–2483.
- Shiva, V. (2007). *Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro*. Editorial Siglo XXI.
- Smith, S.M. (2016). Common property resources and new entrants: uncovering the bias and effects of new users. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 3 (1), 1–36.
- Smith, S.M., Andersson, K., Cody, K., Cox, M., Ficklin, D. (2017). Responding to a groundwater crisis: the effects of self-imposed economic incentives. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4 (4), 985–1023.
- Soliman, A., Thiel, A., Roggero, M. (2021). Institutional Performance of Collective Irrigation Systems: A Fuzzy set Qualitative Comparative Analysis in the Nile Delta of Egypt. *Sustainability* 13, 1103. <https://doi.org/10.3390/su13031103>
- Swyngedouw, E. (2004). *Social power and the urbanization of water: flows of power*. Oxford: Oxford University Press.
- Swyngedouw, E. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 142(1): 56-60.
- Tang, S. Y. (1992). *Institutions and collective action: Self-governance in irrigation*. ICS Press.
- Theesfeld, I. (2010). Institutional challenges for national groundwater governance: Policies and issues. *Ground Water* 48(1): 131-142.
- Uphoff, N. (1985). *Local institutional development: An analytical sourcebook with cases*. West Hartford, Kumarian Press.
- Wade, R. (1988). *Village republics. Economic conditions for collective action in South India*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wester, P., Hoogesteger, J., y Vincent, L. (2009). Local IWRM organizations for groundwater regulation: The experiences of the Aquifer Management Councils (COTAS) in Guanajuato, Mexico. *Natural Resources Forum*, 33(1): 29-38.
- Wester, P., Sandoval-Minero, R. y Hoogesteger, J. (2011). Assessment of the development of aquifer management councils (COTAS) for sustainable

groundwater management in Guanajuato, Mexico. *Hydrogeology Journal*, 19(4): 889-899.



### Anexo 1

### Ubicación de la cuenca del río Ica y pampas de Villacurí

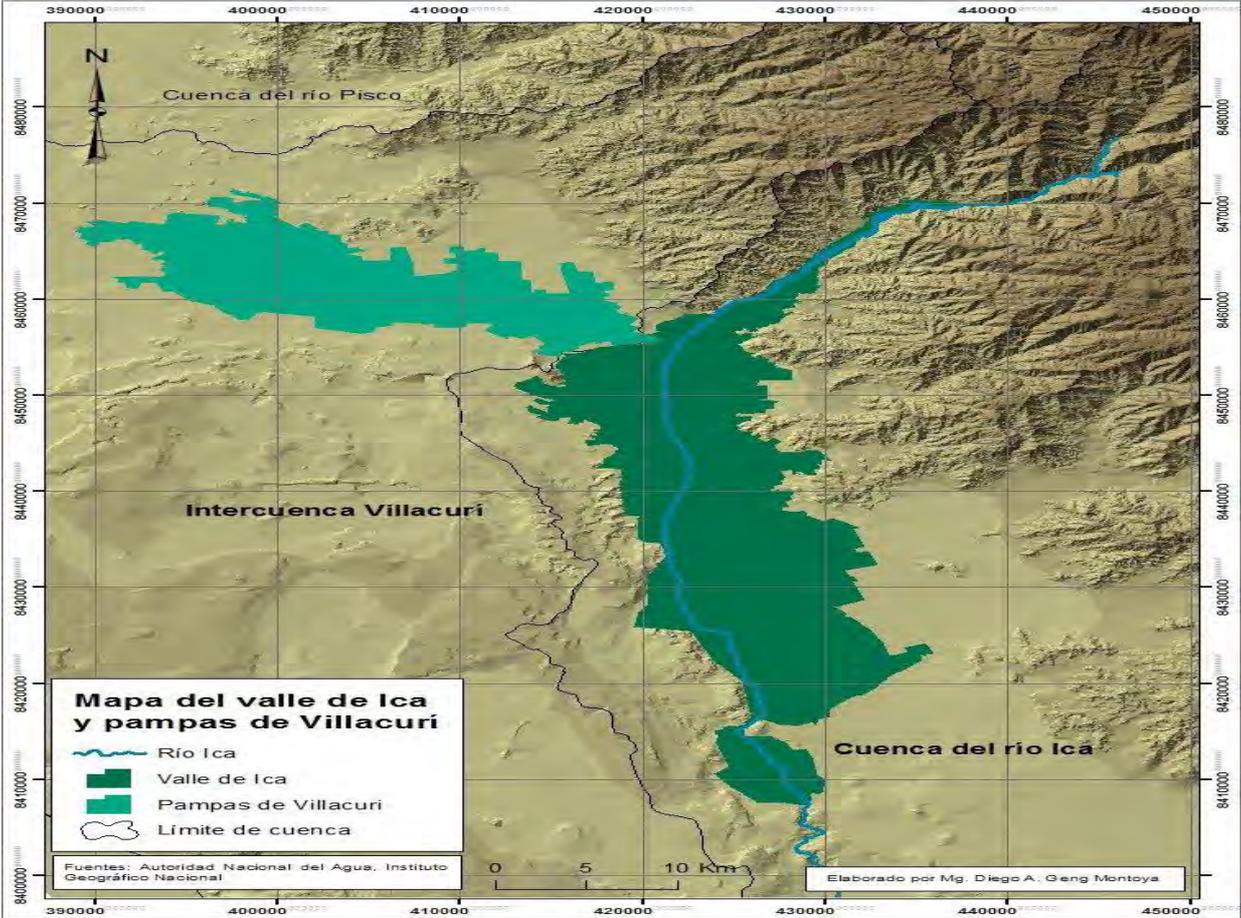


Fuente y elaboración: Cuentas (2017: 52).



### Anexo 2

### Ámbito geográfico de los acuíferos del valle de Ica y pampas de Villacuri



Fuente y elaboración: Geng Montoya (2017).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta sección presenta las conclusiones que resumen las principales implicancias conceptuales del trabajo que se ha expuesto en los dos capítulos anteriores; y avanza en algunas recomendaciones que se desprenden del estudio.

Una primera conclusión señala que una primera forma de la acción colectiva es sostenible en el mantenimiento de los recursos comunes de infraestructura y gestión del agua de riego en los valles de Moche y Virú; y que no tiene éxito en la conservación de los recursos comunes que son los acuíferos en el valle de Ica y pampas de Villacurí. Dado que esta forma de la acción colectiva es cooperación de individuos o agentes que buscan alcanzar un objetivo común, encontramos que existen condiciones y factores que posibilitan y fortalecen dicha cooperación o que, por el contrario, la impiden. Asimismo, la segunda forma de la acción colectiva expresada en la actuación de grupos de presión que cabildan ante el Estado para obtener normas y recursos que los favorezcan en relación al acceso y uso del agua subterránea, está presente en el comportamiento de los agroexportadores de Ica.

El primer estudio indica que los factores que dan sostenibilidad a la acción colectiva de los usuarios de las organizaciones de riego de los valles de Moche y Virú son diversos y, al parecer, se encuentran relacionados entre sí. No se trata, pues, de un solo factor relevante como se desprende de la hipótesis propuesta a partir de la teoría microeconómica sobre la acción colectiva: el tamaño del grupo, tal que un número suficientemente pequeño posibilita acuerdos y comportamientos cooperadores entre sus integrantes, a fin de operar y mantener la infraestructura de riego del valle. Sino que también influyen otros factores como son en este caso: el movimiento positivo de los precios agrícolas y el crecimiento del valor bruto de producción agrícola, ambos tomados como variables del entorno local o del valle propiamente dicho.

El segundo estudio señala que la acción colectiva de los productores, o empresas agroexportadoras, no tiene éxito en la conservación de los acuíferos, pues los altos beneficios de los bienes agrícolas que se obtienen en el mercado internacional son el principal incentivo para la extracción cada vez más intensiva del recurso hídrico, llegando a su sobreexplotación. No surge, pues, la cooperación que implica costos para la conservación de los acuíferos que brindaría una explotación sostenible de los mismos; y, por tanto, también beneficios para todos a largo plazo. Al no ser infinita la cantidad de agua subterránea, su mayor extracción genera un problema de escasez por la disminución del nivel freático; y de cada vez mayores costos y exigencias a los productores que tienen que perforar pozos a mayor profundidad, deteriorando aún más el acuífero. Sin embargo, ante este problema que genera una mayor escasez de agua, la segunda forma de la acción colectiva sí está presente en el caso de Ica, en tanto los agroexportadores se comportan como grupo de presión ante el Estado.

Una segunda conclusión se refiere a la importancia de la acción estatal que puede incidir en el fortalecimiento o debilitamiento de la acción colectiva para el mantenimiento y conservación de los recursos comunes. El Estado posee instrumentos de política pública que, al ser aplicados, tienen efectos sobre el comportamiento y dinámica de los agentes de la economía y de la sociedad.

En el primer estudio se señala que han sido relevantes dos acciones estatales para el fortalecimiento de la acción colectiva de las organizaciones de riego del país, y en particular para las que se analizan en los valles de Moche y Virú. La primera se refiere a la transferencia de la capacidad de cobrar la tarifa de agua de riego a las Juntas de Usuarios de los ríos de los distintos valles del país, por parte del Estado; y, junto a esta capacidad, también recibieron la responsabilidad de la operación, mantenimiento y administración de la infraestructura hidráulica. El éxito en el cobro de la tarifa de agua por parte de los grupos de regantes fortalece los resultados de la acción colectiva al tener recursos para cubrir las

tareas comunes frente a la infraestructura de riego y al funcionamiento de la organización de usuarios.

La segunda fue la entrada en actividad del proyecto de irrigación Chavimochic, el cual se ejecutó mediante financiamiento público; y que amplió la disponibilidad del recurso hídrico en forma permanente para los valles de Chao, Virú y Moche. Sin embargo, la sostenibilidad de la acción colectiva en la gestión del agua se ve amenazada por problemas complejos y de dimensión internacional. Uno de ellos es el cambio climático que, por el calentamiento global, tiene como efecto la disminución de los glaciares de la Cordillera Blanca que alimentan al río Santa, lo cual colocaría en riesgo la demanda hídrica de los valles del proyecto Chavimochic, ya que la disponibilidad del agua derivada de dicho río disminuiría y abriría conflictos sociales por la escasez del recurso.

En el segundo estudio se observa que la actuación del Estado tiene un papel importante; pero en algunos aspectos, contradictorio y debilitado. Desde los años 90 promovió la inversión privada y la apertura del mercado de tierras en la agricultura de costa en función de la agro-exportación. Empresas modernas y grandes invirtieron capitales y se fortalecieron por medio de la actividad económica agroexportadora en el país, en particular en el valle de Ica, concentrando los activos de tierra, capital y tecnología. Sin embargo, la capacidad estatal se halla relativamente neutralizada, pues por un lado promueve la actividad privada; y, por otro, debe enfrentar las consecuencias de dicha actuación en el deterioro de los recursos comunes que generan escasez de agua.

Es así que el Estado actúa con debilidad frente a este problema; y aun cuando posee instrumentos legales para hacer uso de sus funciones reguladoras, a fin de contrarrestar el deterioro de los acuíferos, no las ejerce a plenitud. Ha tratado por diversas formas de imponer restricciones a la utilización de agua subterránea prohibiendo la perforación de nuevos pozos, pero sin éxito suficiente. La cantidad de nuevos pozos sin licencia ha crecido en las zonas de los acuíferos de Ica, dada la rentabilidad de los cultivos de agro-exportación.

En varios casos, contraviniendo la propia reglamentación, la autoridad competente del agua da nuevas licencias para uso de agua subterránea cuando se halla en vigencia la prohibición legal de abrir nuevos pozos en la zona de los acuíferos de Ica.

Una tercera conclusión se refiere a la actitud social frente al valor económico del agua. Para tener mayor claridad en este tema se requiere mayor reflexión y debate académico y público. Un punto que se deriva del presente estudio es que el agua puede tener una tarifa o valor monetario que no necesariamente es generado por los mercados privados y competitivos, sino que puede formarse por medio de la deliberación de los grupos que van a hacer uso de la misma. El problema reside en tomar en cuenta los costos que necesaria y objetivamente implican la generación y distribución del recurso hídrico. Cuando exista una demanda extraordinaria por parte de los usuarios en el caso del agua de riego proveniente de los ríos Moche y Virú, y de su complemento hídrico por el canal Chavimochic, se trataría de un bien colectivo, es decir, no rival en el acceso, pero sí excluible debido a la existencia de una tarifa a pagar por su utilización en los cultivos. Este caso económico es similar al agua potable que llega por conexión domiciliaria a las viviendas de las familias. De esta forma, son los usuarios los que contribuyen con el costo de generar y proveer el agua que consumen.

A diferencia del caso anterior, el agua subterránea que se extrae de los acuíferos se caracteriza por un bajo grado de excluibilidad; es decir, no se forma una tarifa o valor monetario por cada unidad de agua que se extrae en el valle de Ica y en la zona vecina de Villacurí y Lanchas. La tarifa que cobran las juntas de usuarios de agua subterránea es por membrecía o pertenencia a dichas asociaciones de usuarios. Asimismo, cualquier agente o usuario que disponga de la tecnología para extraer el recurso hídrico lo podrá hacer mediante la perforación de pozos sin que haya impedimento alguno de carácter económico.

Además, el agua subterránea presenta un alto grado de rivalidad, pues a medida que se la extrae o explota por cada usuario, suponiendo que este también perfora o utiliza nuevos pozos, el impacto que genera para los otros usuarios, que a su vez tienen un comportamiento similar, es reducir la cantidad de agua que pueden extraer por la disminución de las reservas del recurso y la consecuente escasez. Así es como se produce el deterioro del acuífero. Esta situación también está relacionada con los mayores costos que deberán enfrentar los usuarios que extraen agua del mismo acuífero, dado que tendrán que perforar pozos cada vez de mayor profundidad, agravando la escasez.

Después del periodo de estudio, y hasta inicios de 2020, el problema de escasez de agua subterránea en Ica se mantiene. Pero se han manifestado algunos hechos que muestran modificaciones temporales en la situación y actitud de los agroexportadores: disminución en el área sembrada de varios cultivos; introducción lenta de cultivos que utilizarían menores cantidades de agua subterránea, como quinua y granada; construcción de reservorios para almacenar agua del río en su época de mayor descarga, lo mismo que aguas recicladas, para luego utilizarlas en el riego.

También se ha observado la migración de capitales de agroexportadores que han comenzado a comprar tierras en el sur del país, como Moquegua y Arequipa; y en el norte, como Barranca y Piura, ante el riesgo de que la escasez de agua se prolongue y agrave. Sin embargo, en términos políticos quizá la iniciativa más interesante fue el proceso de diálogo de cuatro años llevado a cabo entre autoridades de los gobiernos regionales de Ica y Huancavelica para resolver el conflicto por el agua entre ambas regiones. Uno de los acuerdos fue la conformación paritaria de los consejos de los organismos públicos que abarcan ambas regiones en relación a la gestión de los recursos hídricos, pues anteriormente la mayoría la tenían los representantes de la región Ica. A pesar del avance realizado por el proceso de

diálogo, los cambios de autoridades regionales y locales en 2019 hicieron más lenta y compleja la implementación de los acuerdos.

Una cuarta conclusión puede formularse de la siguiente manera. Si bien el presente trabajo no pretendió ser un estudio comparativo, se pueden establecer diferencias y semejanzas entre ambos casos de estudio sobre el problema del agua en la costa peruana. La situación en el valle de Ica y zona vecina de Villacurí-Lanchas es de sobreexplotación del agua subterránea por parte de las empresas agroexportadoras, con la consecuente escasez del recurso hídrico. En cambio en los valles de Moche y Virú, el agua subterránea está sub-explotada y genera, por el contrario, un problema de afloramientos a la superficie dando lugar a pantanos y salinización de la tierra, pues los productores agrícolas prefieren usar agua de riego del sistema Chavimochic.

Sin embargo, los dos ámbitos del estudio tienen en común que son territorios de producción de bienes agrícolas, tanto para el mercado externo como para el mercado local. Son ámbitos de alto crecimiento de la producción agrícola principalmente en base a la demanda internacional, también de incremento poblacional por migración interna atraída por la creación de fuentes de empleo; y del apoyo del Estado con legislación y normatividad sobre el uso del agua como insumo para la producción agrícola.

## Recomendaciones

1. Fortalecer las organizaciones de riego dotando de mayores capacidades a los órganos técnicos de las Juntas de Usuarios de agua, a fin de que puedan desarrollar adecuadamente sus funciones. Una de las funciones que debiera fortalecerse es la del acopio de información estadística sobre los flujos de agua de los ríos, los datos del uso de agua subterránea, la tenencia y cambios en la propiedad de la tierra, las características de los

usuarios de las Juntas; y todos los datos concernientes a la formación y aplicación de las tarifas del agua.

El acopio y ordenamiento de la información estadística podría hacerse en estrecha coordinación con el Ministerio de Desarrollo Agrario (ex MINAGRI) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Este tipo de información es fundamental para la toma de decisiones de los órganos de dirección de las Juntas de Usuarios y para la deliberación y acuerdos de sus integrantes; y también para realizar estudios acerca de la disponibilidad del agua y sobre su demanda para utilización en diversos fines.

2. Dotar de mayores recursos para infraestructura de comunicaciones y de asesoría técnica a las Juntas de Usuarios de agua y a sus Comisiones de Usuarios para mejorar el proceso por el cual discuten y acuerdan las tarifas de agua de riego, a fin de garantizar que los procedimientos y resultados sean eficientes y equitativos. Los procesos de deliberación requieren de información actualizada y pertinente, de consultas, de educación y de capacitación para evaluar requerimientos de agua, elaborar presupuestos; y, además, para poder tener en cuenta el contexto local y regional.
3. En relación al deterioro de los acuíferos de Ica por sobreexplotación de los mismos, el Estado debiera utilizar su capacidad de intervención para encontrar una solución sostenible al problema. Los instrumentos técnicos y legales para una acción estatal eficaz son utilizados débilmente por las autoridades competentes, como son la Autoridad Nacional del Agua y sus órganos regionales y locales. Sin embargo, se trata todavía de una institucionalidad en construcción y el esfuerzo debiera estar en su fortalecimiento. Uno de los instrumentos de los que dispone para enfrentar el problema del deterioro de los acuíferos es otorgar licencias de perforación de pozos o derechos de uso de aguas subterráneas. La licencia de uso es un instrumento indispensable para la regulación, pues permite poner límites al volumen del recurso extraído por cada usuario y hace

posible que la autoridad conozca los niveles de extracción en el agregado, es decir de todo el acuífero. Por tanto, también debiera existir un registro actualizado de licencias para realizar el monitoreo y la supervisión.

Otro de los instrumentos es la disposición de vedas para el otorgamiento de nuevos usos de aguas subterráneas; y, por consiguiente, la prohibición de perforación de nuevos pozos en los acuíferos. Sin embargo, su cumplimiento tiene que ser sumamente estricto, a diferencia de lo acontecido al generarse dispositivos contradictorios con las vedas decretadas en 2008 y 2009 en la zona de los acuíferos de Ica, Villacurí y Lanchas. Asimismo, debiera utilizarse eficazmente otro de los instrumentos legales que posee el Estado, el cual es la capacidad de imponer sanciones y colocar multas a los infractores de las disposiciones legales. En el caso que nos ocupa en relación a la conservación de los acuíferos, las causas por las cuales un usuario tendría que ser sancionado se deben a las infracciones a la Ley de Recursos Hídricos y a su reglamento.

Finalmente, a partir del presente estudio se abre una línea de investigación futura sobre el carácter de las desigualdades en el acceso al agua de riego en relación con la propiedad de la tierra y a la heterogeneidad de los agentes que participan de la actividad productiva. Y ligado a este tema cabe estudiar la evolución y características de las desigualdades existentes como resultado del crecimiento agroexportador, tanto en los ingresos de los trabajadores como en los beneficios de las empresas y en los impuestos que recauda el Estado.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Aarnoudse, E., Bluemling, B., Wester, P., Qu, W. (2012). The role of collective groundwater institutions in the implementation of direct groundwater regulation measures in Minqin County, China. *Hydrogeology Journal*, 20(7): 1213-1221.
- Agrawal, A. (1996). Successful collective action among village forest management institutions in the Indian Himalayas. *Himalayan Research Bulletin*, 16(1). <http://digitalcommons.macalester.edu/himalaya/vol16/iss1/7>
- Agrawal, A. (2001). Common property institutions and sustainable governance of resources. *World development*, 29(10). [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00063-8](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00063-8)
- Agrawal, A. y Goyal, S. (2001). Group size and collective action. Third-party monitoring in common-pool resources. *Comparative Political Studies*, 34(1). <https://doi.org/10.1177/0010414001034001003>
- Aguilera, F. (2012). Hardin, Ostrom y los recursos de propiedad común: un desencuentro inevitable y necesario. *Revista Documentación Social*, (165): 49-66.
- Ambec, S., Garapin, A., Muller, L., Reynaud, A., and Sebi, C. (2009). Comparing regulations to protect the commons: an experimental investigation. *Environmental Economics and Resource Economics* forthcoming.
- Amichi, H., Bouarfa, S., Kuper, M., Ducourtieux, O., Imache, A., Fusillier, J.L., Bazin, G., Hartani, T., Chehat, F. (2012). How does unequal access to groundwater contribute to marginalization of small farmers? The case of public lands in Algeria. *Irrigation and Drainage*, 61(1): 34-44. <https://doi.org/10.1002/ird.1660>
- Araral Jr, E. (2009). What explains collective action in the commons? Theory and evidence from the Philippines. *World development*, 37(3). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.002>
- Aste, N. (2018). *Evaluación de la demanda hídrica agrícola actual y futuros riesgos en la costa peruana mediante el caso del Proyecto Especial Chavimochic en La Libertad*. Tesis de Licenciatura en Geografía y Medio Ambiente. Lima: PUCP.
- Autoridad Nacional del Agua (2012a). *Plan de gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas*. Documento: ANA-MINAG. Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (2012b). *Diagnóstico situacional de recarga de Acuíferos*. Documento de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos. ANA-Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (2014a). *Plan de Gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacur y Lanchas*. Presentación.

- Autoridad Nacional del Agua (2014b). *Evaluación del Acuífero de Ica-Villacurí-Lanchas*. Programa N°2. Ica: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (2015a). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Autoridad Nacional del Agua (2015b). *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. Lima: ANA.
- Axelrod, R. (1984). Figura 1, Cap. 2. Dilema del prisionero [Cuadro]. En: *The evolution of cooperation* (p. 08). New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- Barrett, S. y Dannenberg, A. (2012). Climate negotiations under scientific uncertainty. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (43), 17372-17376
- Baggio, J.A., Barnett, A.J., Perez-Ibarra, I., Brady, U., Ratajczyk, E., Rollins, N., Rubiños, C., Shin, H.C., Yu, D.J., Aggarwal, R., Anderies, J.M., Janssen, M.A. (2016). Explaining success and failure in the commons: the configural nature of Ostrom's institutional design principles. *International Journal of the Commons* 10 (2), 417–439.
- Baland, J. M. y Platteau, J. P. (1996). *Halting degradation of natural resources: is there a role for rural communities?* Nueva York: Oxford University Press.
- Bardhan, P. (2000). Irrigation and cooperation: An empirical analysis of 48 irrigation communities in South India. *Economic Development and cultural change*, 48(4). <https://doi.org/10.1086/452480>
- Bekkar, Y., Kuper, M., Errahj, M., Faysse, N., Gafsi, M. (2009). On the difficulty of managing an invisible resource: Farmers' strategies and perceptions of groundwater use, field evidence from Morocco. *Irrigation and Drainage*, 58(3): 252-S263. <https://doi.org/10.1002/ird.527>
- Berkes, F. (1989). *Common property resources: ecology and community-based sustainable development*. Belhaven Press.
- Blomquist, W. (1992). *Dividing the waters: governing groundwater in Southern California*. ICS Press Institute for Contemporary Studies.
- Boelens, R. (2009). The politics of disciplining water rights. *Development and Change*, 40(2): 307-331.
- Bollier, D. (2016). *Pensar desde los comunes. Una breve introducción*. Buenos Aires: Sursiendo; Traficantes de Sueños; Tinta Limón; Cornucopia; Guerrilla Translation.
- Bouarfa, S., Kuper, M. (2012). Groundwater in irrigation systems: From menace to mainstay. *Irrigation and Drainage*, 61(1): 1-13. <https://doi.org/10.1002/ird.1651>

- Bromley, D. W. (1992). *Making the commons work*. San Francisco: Institute for Contemporary Studies Press.
- Bury, J.; Mark, B.; Carey, M.; Young, K.; McKenzie, J.; Baraer, M.; French, M. & Polk, M. (2013). New Geographies of Water and Climate Change in Peru: Coupled Natural and Social Transformations in the Santa River Watershed. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2): 363-374. <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754665>
- Cárdenas, A. (2012). *La carrera hacia el fondo. Acumulación de agua subterránea por empresas agro-exportadoras en el valle de Ica, Perú*. Irrigation and Water Engineering Group. The Netherlands: Wageningen University.
- CENAGRO (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI-Perú.
- Chacaltana, J., Bernedo, J., Velazco, T., Miró-Quesada, J., y Moreno J.C. (2007). *Desafiando al desierto: realidad y perspectivas del empleo en Ica*. Lima: Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación.
- Chang, H. y Evans, P. (2007). El papel de las instituciones en el cambio económico. En P. Evans (Ed.), *Instituciones desarrollo en la era de la globalización neoliberal*. Bogotá: ILSA.
- Cody, K. C., Smith, S. M., Cox, M. y Andersson, K. (2015). Emergence of collective action in a groundwater commons: irrigators in the San Luis Valley of Colorado. *Society & Natural Resources*, 28(4). <https://doi.org/10.1080/08941920.2014.970736>
- Cuentas, M. A. (2017). Anexo 1, Cap. 2. Ubicación de la cuenca del río Ica y pampas de Villacurí [Mapa]. En: Oré, M.T. y Muñoz, I. (Eds.), *Aguas en Disputa: Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo* (p. 52). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Damonte, G., Pacheco, E. y Grados, C. (2014). Dinámicas de concentración y escasez de agua: el boom agroexportador y los pequeños propietarios en las zonas media y alta del río Ica. En *¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica* (pp. 127-171). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Damonte, G., y Gonzales, I. (2018). Política pública, relaciones de poder y conflicto de intereses en la gestión del agua en Ica. En Oré, M.T. y Muñoz, I. (Eds.), *Aguas en Disputa: Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- DeCanio S.J. y Fremstad A. (2013). Game theory and climate diplomacy. *Ecological Economics* 85, 177-187.
- Dinar, A. y Hogarth, M. (2015). Game theory and water resources critical review of its contributions, progress and remaining challenges. *Journal of Foundations and*

*Trends in Microeconomics* Vol. 11, Nos. 1–2 (2015) 1–139. DOI: 10.1561/07000000066

- Dolsak, N. y Ostrom, E. (2003). The challenges of the commons. In Dolsak & Ostrom (eds.) *The Commons in the New Millennium: Challenges and Adaptation*. Massachusetts: MIT Press.
- Endres, A. (2004). Game theory and global environmental policy. *Poiesis & Praxis* 3, 123-139.
- FAO (2018). *Datos sobre alimentación y agricultura*. En FAOSTAT [web]. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Faysse, N., El Amrani, M., El Aydi, S., Lahlou, A. (2012). Formulation and implementation of policies to deal with groundwater overuse in Morocco: Which supporting coalitions? *Irrigation and Drainage*, 61(1): 126-134. <https://doi.org/10.1002/ird.1652>
- Faysse, N., Hartani, T., Frija, A., Tazekrit, I., Zairi, C., Challouf, A. (2011). *Agricultural Use of Groundwater and Management Initiatives in the Maghreb: Challenges and Opportunities for Sustainable Aquifer Exploitation*. AFDB Economic Brief, pp.1-24.
- Fischer, E. y Qaim, M. (2014). Smallholder farmers and collective action: What determines the intensity of participation? *Journal of Agricultural Economics*, 65(3). <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12060>
- Gardner R., Ostrom, E. y Walker, J.M. (1990). The nature of common-pool resource problems. *Rationality and Society*, 2(3). <https://doi.org/10.1177/1043463190002003005>
- Gelles, P. (2000). *Water and power in highland Peru. The cultural politics of irrigation and development*. New Brunswick, Nueva Jersey y Londres: Rutgers University Press.
- Geng Montoya, D. A. (2017). Anexo 2, Cap. 2. Ámbito geográfico de los acuíferos del valle de Ica y pampas de Villacurí [Mapa]. Elaborado para la Autoridad Nacional del Agua, Instituto Geográfico Nacional.
- Giordano, M. (2009). Global groundwater? Issues and solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 34: 153-178. <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.030308.100251>
- Gómez, R. y Flores F. (2015) Agricultura y servicios eco-sistémicos: el caso del espárrago en Ica. *Apuntes*, 42(77), Lima.

- González, F. (2002). Benchmarking for irrigation systems: experience and possibilities. En F. González y S. Salman (Eds.), *Institutional reform for irrigation and drainage: proceedings of a World Bank Workshop*. Washington: World Bank.
- Grafton, Q. (2000). *Governance of the commons: a role for the State*. The Board of Regents of the University of Wisconsin System.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859). <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Hepworth, N. et al. (2010). *Drop by drop. Understanding the impacts of the UK's water footprint through a case study of Peruvian asparagus*. CEPES, Water Witness International, Progressio.
- Hoogesteger, J., Wester, P. (2015). Intensive groundwater use and (in)equity: Processes and governance challenges. *Environmental Science and Policy*, 51: 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.004>
- Iglesias, E. (2001). *Economía y gestión sostenible de las aguas subterráneas: El acuífero Mancha Occidental*. Madrid: Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias; Universidad Politécnica de Madrid.
- INEI (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*. Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Inga, A. (2016). El proyecto de Chavimochic y su impacto en la economía del departamento de La Libertad. *Ex Cathedra en Negocios*, 1(2). Trujillo: UCV.
- Ito, J. (2012). Collective action for local commons management in rural Yunnan, China. Empirical evidence and hypotheses using evolutionary game theory. *Land economics*, 88(1). <https://www.jstor.org/stable/41307686>
- Keohane, R. O., y Ostrom, E. (Eds.). (1995). *Local commons and global interdependence. Heterogeneity and cooperation in two domains*. Sage.
- Knegt, J.W.F., Vincent, L.F. (2001). From open access to access by all: Restating challenges in designing groundwater management in Andhra Pradesh, India. *Natural Resources Forum*, 25 (4): 321-331.
- López-Gunn E. y Rica, M. (2012). La participación activa de los usuarios: la cogestión como forma de gobernanza del agua subterránea. Ponencia publicada en el Congreso Ibérico de Aguas Subterráneas, *Las aguas subterráneas desafíos de la gestión para el siglo XXI*. Zaragoza-Barcelona: Editores Lambán et al. AIH-GE.
- López-Gunn, E. (2003). The Role of Collective Action in Water Governance: A Comparative Study of Groundwater User Associations in La Mancha Aquifers in Spain. *Water International*, 28(3): 367-378.

- López-Gunn, E. (2009). Governing shared groundwater: The controversy over private regulation. *Geographical Journal*, 175(1): 39-51.
- López-Gunn, E. y Cortina, L.M. (2006). Is self-regulation a myth? Case study on Spanish groundwater user associations and the role of higher-level authorities. *Hydrogeology Journal*, 14(3): 361-379.
- Ludema, R. y Mayda, A.M. (2006). ¿Do countries free ride on MFN? *Journal of International Economics*, 77(2). <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.08.004>
- Madani, K. (2010). Game theory and water resources. *Journal of Hydrology*, 381:225–238. doi: 10.1016/j.jhydrol.2009.11.045
- Madani, K. y Lund, J. (2012). California's Sacramento-San Joaquin Delta Conflict: From cooperation to chicken. *Journal of Water Resources Planning and Management-ASCE*, 138:90–99. doi: 10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000164.
- Marshall, A. (2014). *Apropiarse del desierto. Agricultura globalizada y dinámicas socioambientales en la Costa peruana: El caso de los oasis de Virú e Ica-Villacuri*. Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Mayer, E. (2009). *Cuentos feos de la reforma agraria peruana*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos
- Meinzen-Dick, R. (2018). Tragedy revisited. *Science* 362, 6420.
- MINAGRI (2008). Anexo 2. Proyecto de irrigación Chavimochic [Mapa]. En: *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario 2009-2015*. Trujillo: Oficina de Planificación Agraria de la Gerencia Regional de Agricultura del Gobierno Regional de La Libertad (p. 23). Recuperado el 12 de julio de 2019. [www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/la-libertad.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/la-libertad.pdf)
- MINAGRI (2015). Reglamento de la Ley N° 30157, Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua. DS-005-2015-Ministerio de Agricultura y Riego, Perú.
- Mukherji, A. (2006). Political ecology of groundwater: The contrasting case of water-abundant West Bengal and water-scarce Gujarat, India. *Hydrogeology Journal* 14(3): 392-406.
- Mukherji, A. y Shah, T. (2005). Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. *Hydrogeology Journal* 13(1): 328-345.
- Muñoz, I. (2009). Grupos de regantes y acción colectiva en la distribución del agua en el valle de Virú. *Revista Debates en Sociología*, (34). Lima: Fondo Editorial PUCP.

- Muñoz, I. (2011). Desigualdades en la distribución del agua de riego. El caso del valle de Ica. En J. Iguíñiz y J. León, J. (Eds.), *Desigualdad distributiva en el Perú. Dimensiones*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Muñoz, I. (2015). Adaptación y debilidad del Estado: El caso de la escasez de agua subterránea en Ica. *Revista de Ciencia Política y Gobierno*, 3(4): 47-68. Lima: PUCP.
- Muñoz, I. (2016). Agro-exportación y sobreexplotación del acuífero de Ica en Perú. *Anthropologica*, 34(37): 115-138.
- Muñoz, I. y Zúñiga, A. (2018). El problema de sobreexplotación de los acuíferos de Ica y Villacurí-Lanchas: estudio de caso bajo en enfoque institucional del manejo de los recursos de uso común. En *Aguas en disputa. Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo* (pp. 113-165). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Muñoz, I.; Navas, S. y Milla, M. (2014). El problema de la disponibilidad de agua de riego: el caso de la cuenca del río Ica. En *¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica* (pp. 87-126). Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Nagrah, A., Chaudhry, A. M. y Giordano, M. (2016). Collective action in decentralized irrigation systems: Evidence from Pakistan. *World Development*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.02.003>
- Olson, M. (1965). *Logic of collective action: Public goods and the theory of groups*, Harvard University Press.
- Olson, M. (1982). *The Rise and Decline of Nations: Economic Growth, Stagflation, and Social Rigidities*. Harvard University Press.
- Oré, M. T. (2005). *Agua, bien común y usos privados. Riego, Estado y conflictos en La Achirana del Inca*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad de Wageningen, Países Bajos y Soluciones Prácticas. Lima, Perú.
- Oré, M. T. y Geng, D. (2014). Políticas públicas del agua en las regiones: las vicisitudes para la creación del Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Ica-Huancavelica. En M. T. Oré y G. Damonte (Eds.), *Escasez de agua en la cuenca del río Ica*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2000). Figura 2, Cap. 2. Juego del «contrato autofinanciado» [Cuadro]. En: *El gobierno de los bienes comunes* (p. 45). Universidad Nacional Autónoma de México.

- Ostrom, E. (2002). Common-pool resources and institutions: toward a revised theory. En: Gardner, B., y Rausser, G. (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 2, Elsevier, pp. 1315-1339.
- Ostrom, E. (2009). Collective action theory. En C. Boix y S. Stokes (Eds.), *Oxford handbook of comparative politics*. Oxford: Oxford University Press.
- Ostrom, E., Lam, W. F., Pradhan, P. y Shivakoti, G. (2011). *Improving irrigation in Asia: sustainable performance of an innovative intervention in Nepal*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Ostrom, E., Schroeder, L., y Wynne, S. (1993). *Institutional incentives and sustainable development: Infrastructure policies in perspective*.
- PECH (2016). *Sistema de tratamiento de agua potable de Trujillo*. Proyecto Especial Chavimochic - Gobierno Regional de La Libertad, Perú.
- Pelet, C. (1991). Las coaliciones distributivas dentro de una sociedad pluralista. Revista: *Acciones e Investigaciones Sociales* N°1, Universidad de Zaragoza, España.
- Perez-Quesada, G., y Hendricks, N. (2021). Lessons from local governance and collective action efforts to manage irrigation withdrawals in Kansas. *Agricultural Water Management* 247.
- Poteete, A.; Janssen M.; y Ostrom, E. (2010). *Working together: collective action, the commons, and multiple methods in practice*. Princeton University Press.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2009). *Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009: Por una densidad del Estado al servicio de la gente. Parte II: una visión desde las cuencas*. Lima: PNUD.
- Putterman, L. (1983). A modified collective agriculture in rural growth-with-equity: reconsidering the private unimodal solution. *World Development*, 11(2). [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(83\)90061-X](https://doi.org/10.1016/0305-750X(83)90061-X)
- Quintana, J. (2011). *Las aguas subterráneas de los acuíferos de Ica, Villacurí y Lanchas. Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos*. Lima: Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Rendón, E. (2009). *Exportaciones agrarias y gestión sostenible del agua en la costa peruana: El caso del valle de Ica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruttan, L. (2008). Economic heterogeneity and the commons: Effects on collective action and collective goods provisioning. *World Development*, 36(5). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.05.005>

- Saidel, M. (2019). Reinenciones de lo común: hacia una revisión de algunos debates recientes. *Revista de Estudios Sociales* 70: 10-24. Universidad de los Andes. <https://doi.org/10.7440/res70.2019.02>
- Shah, T., Bruke, J., Vullholth, K., Angelica, M., Custodio, E., Daibes, F., Hoogesteger van Dijk, J.D., Giordano, M., Girman, J., Gun, J.v.d., Kendy, E., Kijne, J., Llamas, R., Masiyandama, M., Margat, J., Marin, L., Peck, J., Rozelle, S., Sharma, B., Vincent, L.F., Wang, J. (2007). Groundwater: a global assessment of scale and significance. In: D. Molden (Ed.), *Water for food, Water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Earthscan* (pp. 395-423). London.
- Shah, T., Giordano, M., Mukherji, A. (2012). Political economy of the energy-groundwater nexus in India: Exploring issues and assessing policy options. *Hydrogeology Journal*, 20(5): 995-1006.
- Shah, T., Molden, D., Sakthivadivel, R. y Seckler, D. (2000). *The global groundwater situation: Overview of opportunities and challenges*. Colombo, Sri Lanka: International Management Institute.
- Shalsi, S., Ordens, C.M., Curtis, A., Simmons, C.T. (2019). Can collective action address the “tragedy of the commons” in groundwater management? insights from an Australian case study. *Hydrogeology Journal* 27, 2471–2483.
- Shiva, V. (2007). *Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro*. Editorial Siglo XXI.
- Smead, R., Sandler, RL, Forber, P. y Basl, J. (2014). A bargaining game analysis of international climate negotiations. *Nature Climate Change* (4), 442–445.
- Smith, S.M. (2016). Common property resources and new entrants: uncovering the bias and effects of new users. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 3 (1), 1–36.
- Smith, S.M., Andersson, K., Cody, K., Cox, M., Ficklin, D. (2017). Responding to a groundwater crisis: the effects of self-imposed economic incentives. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4 (4), 985–1023.
- Soliman, A., Thiel, A., Roggero, M. (2021). Institutional Performance of Collective Irrigation Systems: A Fuzzy set Qualitative Comparative Analysis in the Nile Delta of Egypt. *Sustainability* 13, 1103. <https://doi.org/10.3390/su13031103>
- Swyngedouw, E. (2004). *Social power and the urbanization of water: flows of power*. Oxford: Oxford University Press.
- Swyngedouw, E. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 142(1): 56-60.

- Tang, S. Y. (1992). *Institutions and collective action: Self-governance in irrigation*. ICS Press.
- Theesfeld, I. (2010). Institutional challenges for national groundwater governance: Policies and issues. *Ground Water* 48(1): 131-142.
- Uphoff, N. (1985). *Local institutional development: An analytical sourcebook with cases*. West Hartford, Kumarian Press.
- Verzija, A. y Domínguez, C. (2015). The powers of water-user associations: on multiplicity, fluidity, and durability in the Peruvian Andes. *International Journal of the Commons*, 9(1). <http://doi.org/10.18352/ijc.537>
- Villamayor-Tomas, S. (2014). Cooperation in common property regimes under extreme drought conditions: Empirical evidence from the use of pooled transferable quotas in Spanish irrigation systems. *Ecological Economics*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.005>
- Vos, J. (2006). *Pirámides de agua: construcción e impacto de imperios de riego en la costa norte del Perú* (Vol. 4). Instituto de Estudios Peruanos.
- Vos, J., y Marshall, A. (2017). Conquering the Desert: Drip Irrigation in the Chavimochic System in Peru. In J-P Venot; M Kuper; M. Zwarteveen (Eds.), *Drip Irrigation for Agriculture. Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*. Oxon: Earthscan/Routledge.
- Wade, R. (1987). The management of common property resources: collective action as an alternative to privatization or state regulation. *Cambridge Journal of Economics*, 11(2). <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035024>
- Wade, R. (1988). *Village republics. Economic conditions for collective action in South India*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walker, J.M., Gardner, R., y Ostrom, E. (1990). Rent dissipation in a limited-access common-pool resource: Experimental evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 19(3). [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(90\)90069-B](https://doi.org/10.1016/0095-0696(90)90069-B)
- Wester, P., Hoogesteger, J., y Vincent, L. (2009). Local IWRM organizations for groundwater regulation: The experiences of the Aquifer Management Councils (COTAS) in Guanajuato, Mexico. *Natural Resources Forum*, 33(1): 29-38.
- Wester, P., Sandoval-Minero, R. y Hoogesteger, J. (2011). Assessment of the development of aquifer management councils (COTAS) for sustainable groundwater management in Guanajuato, Mexico. *Hydrogeology Journal*, 19(4): 889-899.
- Zegarra, E. (2014). *Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión*. Lima: GRADE.

Zegarra, E. y Quezada, B. (2010). Hacia un nuevo esquema de fijación de tarifas de agua para fines agrarios en la costa del Perú. En M.d.P. García (Comp.), *Gestión integrada de recursos hídricos: instrumentos financieros y económicos*, tomo 3. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

